

# CUIEET

Gijón

Gijón,  
25, 26 y 27 de  
junio 2018

## XXVI Congreso Universitario de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas

Escuela Politécnica de Ingeniería de Gijón

### LIBRO DE ACTAS



Universidad de Oviedo  
*Universidá d'Uviéu*  
University of Oviedo



LIBRO DE ACTAS DEL  
**XXVI Congreso Universitario de Innovación Educativa**  
**En las Enseñanzas Técnicas**  
25-27 de junio de 2018  
Escuela Politécnica de Ingeniería de Gijón  
UNIVERSIDAD DE OVIEDO

© Universidad de Oviedo, 2018

ISBN: 978-84-17445-02-7

DL: AS 1893-2018

La importancia de las empresas como patrocinadores de los laboratorios de fabricación (Fab Labs)	1
La formación dual universitaria en el Grado en Ingeniería en Automoción de la IUE-EUI de Vitoria-Gasteiz. Requisitos de calidad	12
Prácticas formativas en la UPV: objetivo estratégico	24
Elaboración de <i>audioslides</i> para apoyo a la enseñanza en inglés en los grados bilingües	36
<i>Effect of Industry 4.0 on education systems: an outlook</i>	43
Uso de simuladores y herramientas de programación para facilitar la comprensión de la operación de los sistemas eléctricos	55
Aplicación de ejercicios resueltos de ingeniería del terreno con recursos de acceso libre para teléfonos móviles y tabletas electrónicas	67
<i>Proposal to determine learning styles in the classroom</i>	77
La soledad de los Millennials ricos en la EPI de Gijón	84
Mejora de la calidad de la formación postgraduada en ortodoncia de la Universidad de Oviedo	96
El plagio entre el alumnado universitario: un caso exploratorio	106
Competencias necesarias en el ejercicio de la profesión de Ingeniería Informática: experimento sobre la percepción de los estudiantes	116
El proyecto <i>Flying Challenge</i> , una experiencia de interconexión universidad-empresa utilizando mentoría entre iguales	127
Formación en ingeniería con la colaboración activa del entorno universitario	134
“Emprende en verde”. Proyecto de innovación docente de fomento del emprendimiento en el ámbito de las Ingenierías Agrarias	146
Competencia transversal de trabajo en equipo: evaluación en las enseñanzas técnicas	158
<i>Introducing sustainability in a software engineering curriculum through requirements engineering</i>	167

Percepción de las competencias transversales de los alumnos con docencia en el área de producción vegetal	176
Experiencia de aprendizaje basado en proyectos con alumnos Erasmus	186
Elaboración de un juego de mesa para la adquisición de habilidades directivas en logística	198
Proyecto IMAI - innovación en la materia de acondicionamiento e instalaciones. Plan BIM	210
<i>BIM development of an industrial project in the context of a collaborative End of Degree Project</i>	221
Desarrollo de un sistema de detección de incendios mediante drones: un caso de aprendizaje basado en proyectos en el marco de un proyecto coordinado en un Máster Universitario en Ingeniería Informática	231
Algunas propuestas metodológicas para el aprendizaje de competencias matemáticas en ingeniería	243
Riesgos psicosociales del docente universitario	255
<i>Face2Face</i> una actividad para la orientación profesional	267
Trabajo fin de grado. Una visión crítica	276
Gamificaci en el aula: “ <i>Escape Room</i> ” en tutorías grupales	284
Una evolución natural hacia la aplicación del aprendizaje basado en diseños en las asignaturas de la mención de sistemas electrónicos del Grado en Ingeniería en Tecnologías y Servicios de Telecomunicación. Una experiencia docente desde la EPI de Gijón	296
Propuesta para compartir escenarios docentes a través de <i>visual thinking</i> . Bases de la termografía, equipos electromédicos termo-gráficos y su aplicación en salud	308
EMC: aspectos prácticos en el ámbito docente	316
Habilidades sociales en la ingeniería	327
Aprendizaje orientado a proyectos integradores y perfeccionamiento del trabajo en equipo caso - Máster Erasmus Mundus en Ingeniería Mecatrónica	339

Tendencias en la innovación docente en enseñanzas técnicas: análisis y propuesta de mejoras para la asignatura Mecánica de Fluidos	349
Diseño y puesta en marcha de una práctica docente basada en recuperación de energía térmica mediante dispositivos termoeléctricos	361
Caso de estudio en el procedimiento de un grupo de estudiantes cuando se aplica Evaluación Formativa en diferentes materias de un Grado de Ingeniería	373
Visionado de vídeos como actividad formativa alternativa a los experimentos reales	385
Utilización de vídeos <i>screencast</i> para la mejora del aprendizaje de teoría de circuitos en grados de ingeniería	394
La invasión de los garbanzos	406
Evolución del sistema de gestión de prácticas eTUTOR entre los años 2010 y 2017	418
Implementación de juegos educativos en la enseñanza de química en los grados de ingeniería	430
Trabajando interactivamente con series de Fourier y trigonométricas	439
Aproximación de las inteligencias múltiples en ingeniería industrial hacia una ingeniería inteligente	450
Cooperando mayor satisfacción. Experiencias de dinámicas cooperativas en 1 <sup>er</sup> curso de ingeniería en el área de expresión gráfica.	461
Cognición a través de casos en el área de Acondicionamiento e Instalaciones de la E.T.S. de Arquitectura de Valladolid	473
Un instrumento para explorar las actitudes hacia la informática en estudiantes de matemáticas	482
La metodología <i>contest-based approach</i> en STEM: modelización de datos meteorológicos	493
Técnicas de gamificación en ingeniería electrónica	505
El reto del aprendizaje basado en proyectos para trabajar en competencias transversales. aplicación a asignaturas de electrónica en la ETSID de la UPV	521

Dibujo asistido por ordenador, sí, pero con conocimiento de geometría	534
Introduciendo la infraestructura verde y los sistemas de drenaje sostenible en los estudios de grado y postgrado en ingeniería	547
Aprendizaje colaborativo en Teoría de Estructuras	559
Modelo de evaluación y seguimiento de los trabajos fin de grado (TFG) y trabajos fin de máster (TFM) tutorizados en el área de Ingeniería de los Procesos de Fabricación	567
El Taller de Diseño como núcleo de innovación docente y eje de adquisición de competencias en la formación del Grado en Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo de Productos	579
Diseño y evaluación de un laboratorio virtual para visualizar en 3D el gradiente y la derivada direccional en un campo escalar bidimensional	588
La ludificación como herramienta de motivación en la asignatura bilingüe <i>Waves and Electromagnetism</i>	600
Gamificación en la impartición de Cálculo de Estructuras	612
Análisis de las actitudes visuales y verbales de alumnos noveles de Grado de Ingeniería en la Universidad Politécnica de Cartagena	621
Diseño curricular del Programa de Ingeniería Mecánica de la Universidad Pontificia Bolivariana, sede Medellín, Colombia	633
Evaluación significativa de prácticas de laboratorio: portfolios <i>versus</i> prueba final objetiva	644
Introducción de la Cultura Científica en Grados de Ingeniería	658
Detección de errores conceptuales en Matemáticas de los alumnos del grado en Ingeniería Informática del Software en su primer año de carrera.	665
Rúbrica de evaluación en un laboratorio de Ingeniería Química	676
Factores explicativos de la elección de grados en el área agroalimentaria	686
Diseño de una actividad para el desarrollo y evaluación de competencias transversales en el ámbito de la Teoría de Máquinas y Mecanismos	696

Necesitamos “engineers”. Programa para el desarrollo de las competencias de una ingeniera	708
Estudio de la Implantación de Competencias dentro del marco europeo: revisión prospectiva en las enseñanzas técnicas de la Universidad de Oviedo	718
Sostenibilidad e Ingeniería Industrial: estrategias para integrar la ética en los programas de formación	730
Una experiencia en proyectos europeos de ambito educativo	743
Modelos didácticos de Goma-EVA para visualizar conceptos y detalles en la enseñanza de estructuras metálicas	750
<i>Introduction to the Fluid Dynamics of Biological Flows. Innovation project using the CFD simulation of the lung air flow.</i>	762
Aprendizaje activo y cooperativo en el Area de Informática Industrial	772
Aprender en el contexto de la empresa	784
Valoración por las empresas de las competencias en las prácticas realizadas por alumnos de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño	792
Sinergia bidireccional universidad-empresa. Caso de estudio: Aula Universitaria de Arquitectura	804
Nuevas técnicas metodologías para el fomento de habilidades transversales y transferencia del conocimiento en universitarios	815
Formación en competencias socialmente responsables en la Universidad de Oviedo	823
Competencias transversales en la asignatura Tecnología Medioambiental	833
Actividad sobre la competencia emprendedora introduciendo <i>Lean Startup</i> en un grado de ingeniería	842
Evaluación de la competencia transversal ‘Comunicación Efectiva’ mediante presentaciones en vídeo	854
Dinamización del aprendizaje de VHDL a través del aprendizaje basado en proyectos en una asignatura de máster	863
Proyecto Solar-F. Desarrollo de un prototipo de seguidor solar	875

Definición de tareas de aprendizaje basado en proyecto colaborativo para Ingeniería Mecatrónica	883
La investigación-acción participativa como herramienta de responsabilidad social universitaria	895
Implantación del Programa de Mentorías entre iguales MENTOR EPIGIJON	907
De Orienta a Mentor	919
Sello RIME de calidad de la función orientadora. Poniendo en valor la acción tutorial	931
Establecimiento de una relación productiva doctorando/supervisor: expectativas, roles y relación	943
Análisis de singularidades en transformaciones trifásicas, empleando una plataforma educativa para ingeniería	953
El cuadro de mandos como entorno educacional	961
DIBUTECH: plataforma web interactiva para la resolución de ejercicios gráficos en Ingeniería	975
Alumnos más participativos con el uso de herramientas de gamificación y colaboración	985
Utilización de prensa <i>online</i> , Campus Virtual y dispositivos móviles para el aprendizaje y aplicación de conceptos económico-empresariales en estudiantes de ingeniería	997
El rol de la práctica de campo en la clase inversa. Caso práctico sobre el diseño de productos para la <i>smartcity</i> en el contexto del Jardín del Túria	1008
Desarrollo de competencias transversales en ingeniería con el inglés como lengua vehicular y mejora de la participación con aprovechamiento en clase.	1019
Experiencia de desarrollo y evaluación de prácticas utilizando TIC	1031
Diseño e implementación de una herramienta de coordinación de los títulos que se imparten en la Escuela de Ingenierías Industriales	1042
<i>Framework for the analysis of students association' interests &amp; voices</i>	1054

Mejora continua en el proceso de internacionalización de la ETS de Ingeniería y Diseño Industrial (ETSIDI) de la Universidad Politécnica de Madrid (UPM)	1066
Calidad del empleo de la/os egresada/os de Arquitectura Técnica de la Universidad del País Vasco (UPV/EHU) en el período 2005-13: diferencias de género	1076
<i>Student's cognitive style towards innovation. A pilot study at ETSIDI-UPM</i>	1087
Optimización del proceso creativo en el aula: entrenamiento de la actitud creadora para reducir la complejidad multidimensional del pensamiento creativo en el equipo	1091
La formación específica en competencias transversales como contenido integrado en el plan docente	1096
Los alumnos deciden: Edublog de la asignatura Estadística	1102
La necesidad de la eficiencia energética en las infraestructuras universitarias	1106
<i>Learning by engineering: del Lean Manufacturing a la Industria 4.0</i>	1110
Prácticas de laboratorio avanzado en últimos cursos de grado	1114
Propuesta de actividad de aprendizaje colaborativo en una asignatura de máster universitario	1118
Mejora de la praxis docente mediante la inclusión de actividades para el desarrollo de las capacidades metacognitivas de los estudiantes	1122
Factores curriculares y evolución tecnológica que inciden en la resolución de sistemas de ecuaciones lineales	1126
Ética y sostenibilidad: buscando hueco en los planes de estudios	1130
Descripción de una experiencia con el uso de las TICs basada en el uso de videos explicativos y cuestionarios para una mejor comprensión de las prácticas de Física de Ingeniería Industrial	1134
Banco de ensayos para instalaciones de autoconsumo fotovoltaico aisladas y/o conectadas a red	1144
Diseño de mini-videos y mini-audios esenciales para el seguimiento óptimo de las asignaturas y la prevención de su abandono	1148

Aplicación interactiva <i>online</i> para el aprendizaje del fenómeno del pandeo en elementos metálicos sometidos a compresión simple	1152
Evaluación continua, compartida y progresiva aplicada al Grado de Ingeniería. Caso de estudio	1157
Diseño e implantación sistemática de evocaciones y de evaluación por rúbricas en Ingeniería Gráfica por medio de herramientas TIC	1163
Asignaturas de nivelación en Master de Ingeniería Mecatrónica. Ejemplo de Electrónica	1171
La competencia de responsabilidad	1183
MediaLab: nueva formación tecnológica y humanística en la Universidad de Oviedo	1196
Mejora de la calidad de los TFG en grados de ingeniería	1200
Desarrollo de competencias profesionales en las prácticas de laboratorio/taller	1204
La enseñanza de Estadística Aplicada en el Grado de Ingeniería Forestal: para y por ingenieros	1214
La redacción de informes técnicos y periciales como formación transversal en ingeniería	1225
BEE A DOER – Emprendiendo y aprendiendo impresión 3D	1230
Propuesta de curso NOOC: Iniciación a la química para titulaciones de ingeniería	1237
<i>Two-Storey building model for testing some vibration mitigation devices</i>	1241
Plataforma Web para el entrenamiento de las presentaciones orales del Trabajo Fin de Grado (TFG)	1245
Aprendizaje competencial efectivo mediante las prácticas del laboratorio de las asignaturas del área de Mecánica de Fluidos de los estudios de Grado y Máster de Ingeniería Industrial de la Escuela de Ingeniería de Bilbao	1249
Fabricación y caracterización de materiales compuestos. <i>Composite Materials: manufacturing and characterization</i>	1256

Desarrollo de competencias transversales en grados de ingeniería industrial mediante metodologías activas de enseñanza-aprendizaje basadas en el <i>mentoring</i> y ABP	1264
Planificación de prácticas de laboratorio basadas en un amplificador de radiofrecuencia de bajo coste orientadas a la enseñanza de asignaturas de Electrónica de Comunicaciones	1276
Orientación universitaria de estudiantes de ingeniería. Plan de acción tutorial de la Escuela Politécnica superior de Jaén (PAT-EPSJ)	1280
Experiencia innovadora en “las ciencias de la naturaleza de educación infantil”	1284
Actividad práctica de diseño para la fabricación asistida con CATIA: Doblado de chapa metálica	1290
La investigación como parte del proceso educativo de la enseñanza superior	1294
Aprendizaje Orientado a Proyectos en el diseño de sistemas mecánicos	1298
Evaluación del déficit de atención en niños mediante el análisis de tiempos de respuesta	1302
Desarrollo de proyectos didácticos para adquirir competencias transversales	1308
Competencias genéricas percibidas por los alumnos con formación en producción vegetal	1312
Enseñanza grupal. Estudio por casos de empresas Valencianas	1318
Implicación del alumnado en el proceso de aprendizaje mediante Trabajos Fin de Grado/Máster en Ingeniería de Telecomunicación	1322
<i>An example of company-university cooperation: Mathematical modeling and numerical simulation of heat dissipation in led bulbs</i>	1326
Aprendizaje centrado en el proyecto de estructuras adaptados a la enseñanza universitaria	1331
Nuevo enfoque pedagógico en la formación del perfil profesional para el desarrollo de proyectos de automatización industrial a través de un concepto de integración total	1335
Convenios de cooperación educativa en el ámbito náutico: universidad- empresa	1339

*Índice de ponencias*

Sinergia bidireccional universidad-empresa. Caso de estudio: proyecto de investigación ERGONUI-TME	1344
Estudio comparativo entre estudiantes de ingeniería de la Universidad de León mediante el <i>test Force Concept Inventory</i>	1350
Innovación para el desarrollo de nueva propuesta de máster semipresencial en prevención de riesgos laborales	1354
El círculo de Mohr y la innovación docente en educación superior	1359



## La importancia de las empresas como patrocinadores de los laboratorios de fabricación (Fab Labs)

**Cristina Alía<sup>a</sup>, Cristina Moreno-Díaz<sup>a</sup>, Rosa Ocaña<sup>a</sup>, Julián Narbón<sup>a</sup>, Jesús Caja<sup>a</sup>, Piera Maresca<sup>a</sup>, Silvia Nuere<sup>a</sup>, Manuel Merino<sup>a</sup> y Alberto Sanchidrián<sup>a</sup>**

<sup>a</sup> Escuela Técnica Superior de Ingeniería y Diseño Industrial (Universidad Politécnica de Madrid)  
mail: cristina.alia@upm.es

---

### **Abstract**

*In the Manufacturing Laboratories (Fab Labs), all digital manufacturing tools are pooled in order to be able to realize almost any kind of project. For the start-up of Fab Lab ETSIDI Ingenia Madrid in the Escuela Técnica Superior de Ingeniería y Diseño Industrial of Universidad Politécnica de Madrid, the connection with companies has been essential. This is due to the fact that the laboratory is not allocated a budget line by the university, and we are allowed the acquisition of software and equipment. The enterprises participate in the project as sponsors. In some situations, they donate equipments, this is the case of BQ or Stayer Ibérica, and in others cases, we are lend in devices, like Roland dg or Comercial Pazos. Also, financial grants are contributed as for example SIKA or Fundación Privada Caja de Ingenieros. In all instances, students have a fundamental role. They manage to establish a bond between both, sponsors and students. Thus, the collaboration of these companies is translated into a very positive and favourable relationship in both directions, which further increases the interest deposited in this Manufacturing Laboratory. For this reason, this paper will discuss about collaboration in the real case of the Fab Lab ETSIDI Ingenia Madrid.*

**Keywords:** *Fab Lab ETSIDI Ingenia Madrid, Company-University-Students connection, innovation in undertaking, process of learning based of project.*

## **Resumen**

*En los Laboratorios de Fabricación (Fab Labs) se trata de aunar todas las herramientas de fabricación digital necesarias para poder realizar casi cualquier proyecto. Para el Fab Lab ETSIDI Ingenia Madrid de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería y Diseño Industrial de la Universidad Politécnica de Madrid la conexión con las empresas ha sido fundamental para su puesta en funcionamiento puesto que, al no contar con una partida presupuestaria concreta de la Universidad, permite adquirir equipos o software. Las empresas participan en el proyecto como patrocinadores aportando en algunos casos, equipos donados como es el caso de BQ o Stayer Ibérica y, en otros, equipos prestados en depósito como Roland dg o Comercial Pazos. También hay otros patrocinadores como SIKA o Fundación Privada Caja de Ingenieros, que aportan ayudas económicas. En todos los casos los alumnos tienen un papel fundamental logrando establecer lazos entre ambos, empresa y alumnado. Por tanto, la colaboración de estas empresas se traduce en una relación muy positiva y favorable en ambas direcciones que eleva aún más el interés puesto en este Laboratorio de Fabricación y, por este motivo, en este trabajo se va a tratar esta colaboración desde el caso real del Fab Lab ETSIDI Ingenia Madrid.*

**Palabras clave:** *Fab Lab ETSIDI Ingenia Madrid, conexión Empresa-Universidad-Alumnos, innovación en el emprendimiento, proceso de enseñanza-aprendizaje basado en proyectos*

## **Introducción**

Los Fab Labs (acrónimo del inglés de Laboratorio de Fabricación) son una red global de laboratorios locales que hacen posible la creatividad y la invención dando acceso a herramientas de fabricación digital [1]. Los Fab Labs comparten un inventario común en constante evolución, con máquinas y procesos que permiten hacer casi cualquier cosa. Esto hace posible que se puedan compartir proyectos entre diferentes Fab Labs y que cualquier persona acostumbrada a trabajar con estas herramientas y métodos pueda trabajar en cualquier Fab Lab de la red. Esta red global de Fab Labs da apoyo operativo, educativo, técnico, financiero y logístico más allá de lo que se puede encontrar en un único Fab Lab [2]. Los Fab Labs están disponibles como recursos comunitarios, permitiendo el acceso abierto a los usuarios así como el desarrollo de programas y proyectos [3]. Los diseños y proyectos

desarrollados en el laboratorio pueden protegerse para venderse en la forma que elija el inventor, pero deben estar disponibles para que los usuarios puedan utilizarlos y aprender de ellos [4].

La idea de poner en marcha el Fab Lab ETSIDI Ingenia Madrid [5] surgió hace dos años por iniciativa de algunos profesores de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería y Diseño Industrial (ETSIDI) de la Universidad Politécnica de Madrid (UPM) al percibir que los alumnos de Grado, Master y Doctorado necesitaban un espacio más allá de las clases y talleres donde poder materializar y desarrollar sus ideas, inventos y proyectos. Un lugar donde reunirse y trabajar en equipo en proyectos de innovación e investigación. En el Fab Lab ETSIDI la colaboración de las empresas fue fundamental para su puesta en funcionamiento puesto que, al no contar con una partida presupuestaria concreta de la Universidad, permitió adquirir equipos o software que se han utilizado en diferentes y variados proyectos. Las empresas participan como patrocinadores aportando en algunos casos, equipos donados como es el caso de BQ o Stayer Ibérica y, en otros, equipos prestados en depósito como Roland dg o Comercial Pazos. También hay otros patrocinadores como SIKA, la Fundación Privada Caja de Ingenieros y el propio Stayer Ibérica, que patrocinan con ayudas económicas de diferente índole. El *feedback* que recibe la empresa por parte del alumnado es muy variado según los objetivos particulares de cada una de ellas pero siempre, los alumnos de la ETSIDI, tienen un papel fundamental y son el último fin de esta relación. A día de hoy, el patrocinio por parte de las empresas sigue siendo fundamental para el mantenimiento del Fab Lab ETSIDI pero con una evolución muy positiva ya que se ha pasado de un primer patrocinio en un proyecto base que estaba empezando a funcionar a una colaboración estrecha dos años después que se traduce en la organización de concursos variados, talleres de formación en los equipos disponibles en el Fab Lab, seminarios impartidos por las empresas y una oportunidad de trabajo que ya se ha conseguido materializar y que se espera que en el futuro se pueda seguir desarrollando. Así, en este trabajo se va a poner en valor los proyectos que se realizan en colaboración Fab Lab-Empresas y que sirven para establecer lazos de conexión entre ambas partes (alumnos-empresa y, también, empresa-alumnos) acercando así, a los estudiantes al mundo laboral real y aportándoles experiencias curriculares más allá de la docencia propiamente dicha.

### **Patrocinadores del Fab Lab ETSIDI Ingenia Madrid**

El Fab Lab ETSIDI Ingenia Madrid se gestiona a través de una asociación sin ánimo de lucro formada por nueve profesores que compaginan su docencia e investigación con las labores que desarrolla el Fab Lab en su día a día. Sin embargo, la puesta en marcha del laboratorio no podría haberse llevado a cabo sin los patrocinadores que subvencionan económicamente y aprovisionan de material y equipos a través de donaciones y préstamos. Los patrocinadores actuales del Fab Lab son:

*La importancia de las empresas como patrocinadores de los laboratorios de fabricación (Fab Labs)*

- Roland dg comercializa la línea más vendida de impresoras de inyección de tinta e impresoras/cortadoras integradas de formato grande, cortadoras de vinilo, grabadores. Fue fundada en 1981, cotiza en la Bolsa de Valores de Tokio y es la primera empresa proveedora mundial de impresoras de inyección de tinta en formato ancho para el mercado de gráficos durables. (Colaboración GOLD: Socio colaborador principal).
- Stayer Ibérica se dedica principalmente a la fabricación y comercialización de maquinaria electro portátil, entendiendo por maquinaria electroportátil: taladros, martillos, maquinaria para pintar, amoladoras, ingletadoras, hidrolimpiadoras. Es una empresa internacional creada en Italia pero que actualmente trabaja en 58 países, incluido España, donde basa una importante parte de su mercado. (Colaboración GOLD: Socio colaborador principal).
- Comercial Pazos es una empresa madrileña que en la actualidad está ubicada en la calle de los Embajadores y se dedica a la comercialización de maquinaria y herramientas para el sector de la madera. Nació en 1950 como un pequeño taller de reparación especializado en problemas eléctricos en el sector de la automoción. Muy pronto las reparaciones comenzaron a ser de maquinaria electroportátil relacionada con la madera. (Colaboración GOLD: Socio colaborador principal).
- SIKA es un líder global en aplicaciones, productos y sistemas para la Industria en los campos del sellado, pegado, aislamiento y refuerzo. Desarrollan y producen materiales innovadores para el automóvil y el sector de la construcción naval, para una gran variedad de equipos, maquinaria, electrodomésticos y elementos de construcción y sistemas de energías renovables. (Colaboración GOLD: Socio colaborador principal).
- BQ es una marca española dedicada al diseño, venta y distribución de lectores electrónicos, tabletas, teléfonos inteligentes, impresoras 3D y kits de robótica. Comenzó siendo una empresa de fabricación de libros electrónicos fundada por 5 estudiantes de Ingeniería de Telecomunicaciones de la Universidad Politécnica de Madrid, y actualmente se ha extendido a varios mercados, entre los que destacan el de los dispositivos móviles y la impresión 3D. (Colaboración SILVER: Colaborador).
- La Fundación Privada Caja de Ingenieros es la expresión de la vocación de Responsabilidad Social Corporativa de Caja de Ingenieros y en particular, de su compromiso con la mejora de los Grupos de Interés en que desarrolla su actividad. Quieren ser una Entidad que contribuya al desarrollo social, económico y cultural de sus socios y de la sociedad a través de nuestro compromiso con el desarrollo de los profesionales. (Colaboración SILVER: Colaborador).

## Recursos aportados por los patrocinadores al Fab Lab ETSIDI Ingenia Madrid

Los recursos disponibles en el Fab Lab permiten llevar a cabo la filosofía “Make it Yourself”. Estos recursos se pueden dividir en tres grandes grupos: equipos donados, equipos en préstamo o depósito y financiación económica. Los equipos donados son:

- Impresoras 3D de bq: Prusa i3 Hephestos (Figura 1a) y Hephestos 2 (Figura 1b).

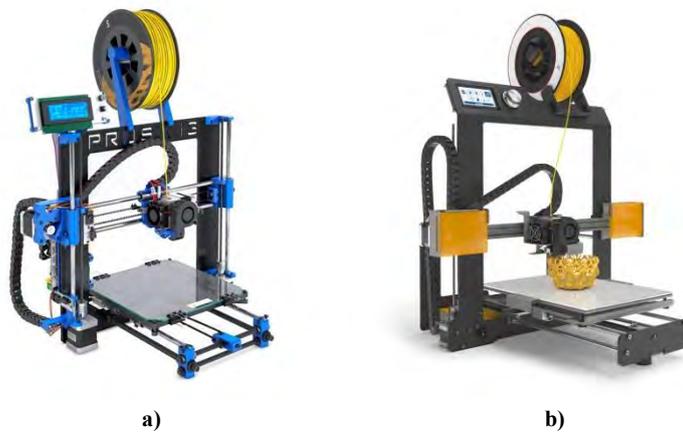
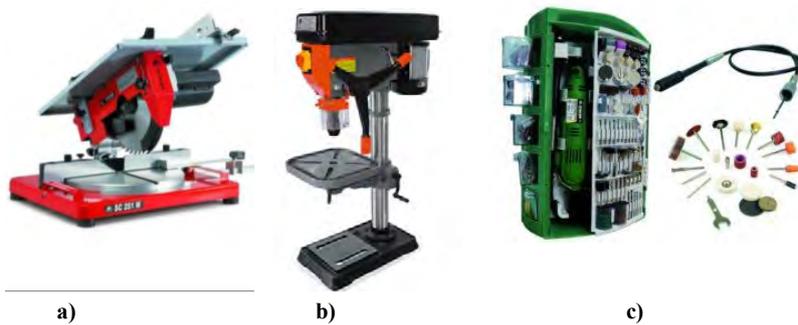


Figura 1: Impresoras 3D disponibles en el Fab Lab ETSIDI a) Prusa i3 Hephestos y b) Hephestos 2.

- Máquinas herramientas de Stayer Ibérica: Ingletadora SC 250W PRO (Figura 2a), Taladro vertical TRC130C (Figura 2b), multi drill (Figura 2c), lijadora delta LD141 (Figura 2d) y aspirador VAC 2050C (Figura 2e).



*La importancia de las empresas como patrocinadores de los laboratorios de fabricación (Fab Labs)*



**Figura 2:** a) Ingletadora SC 250W PRO, b) taladro vertical TRC130C, c) multi drill, d) lijadora delta LD141, e) aspirador VAC 2050C.

Los equipos prestados en depósito son:

- Fresadora CNC Monofab SRM 20 de Roland dg (Figura3a).
- Fresadora CNC bravoprodigy de Comercial Pazos (Figura 3b).



**Figura 3:** a) Fresadora CNC Bravoprodigy y b) Fresadora CNC Monofab SRM 20.

Respecto a la financiación económica el Fab Lab ETSIDI dispone, en este sentido, de varias empresas de reconocido prestigio que aportan subvención: SIKA, Fundación Privada Caja de Ingenieros, Stayer Ibérica.

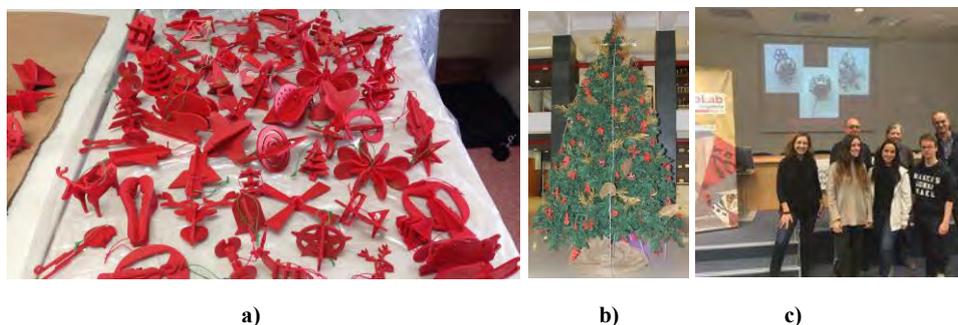
### **Resultados obtenidos y experiencias**

Desde su inauguración, el Fab Lab ETSIDI ha desarrollado proyectos y actividades para incentivar la creatividad y la iniciativa entre jóvenes y niños. También periódicamente se llevan a cabo cursos y seminarios para formar a los usuarios en el uso de la maquinaria del Fab Lab para otorgarles la capacidad de fabricar por si mismos. En los concursos se ha

encontrado un buen aliado para promover el uso de estas tecnologías entre el alumnado donde los ganadores obtienen no sólo premios económicos sino que también experiencia que añadir a sus cv. Las actividades organizadas desde el Fab Lab durante estos años han sido de diferente índole pero no hay duda que la participación de las empresas ha sido clave al proporcionar temáticas para las mismas y la financiación económica para los premios. Cada año se van promoviendo más y más iniciativas de este estilo que acercan las empresas a los alumnos y los alumnos a las empresas. A continuación se comentan algunas de estas experiencias.

- **Concurso de adornos de navidad**

El concurso “Adornos de Navidad” fue la primera actividad que se llevó a cabo desde el Fab Lab ETSIDI, en Diciembre 2015, para decorar el árbol de navidad oficial del Centro (Figura 4b) donde podían participar todos los estudiantes de la Escuela. Hoy ya vamos por la tercera edición y sigue siendo un éxito. Es un concurso patrocinado por la empresa Comercial Pazos donde se pone a prueba a los alumnos en el manejo del fresado CNC. Comercial Pazos está especializado en el uso de madera y por eso el uso de este material, en concreto DM, era y sigue siendo, un requisito fundamental. No sólo eso, el adorno debía ser diseñado en 2D y debía constar de varias piezas que le proporcionasen volumen una vez ensambladas (3D) (Figura 4a). Esto fomenta el desarrollo espacial en el alumno el cual debe saber manejar los conceptos de dos y tres dimensiones. Aprovechando el diseño de algo sencillo se estimula al alumno a manejarse con diferentes software de CAD. Además, debía emplearse únicamente para su fabricación una fresadora de CNC por lo que deben conocer las características y los parámetros de trabajo de este tipo de equipos. Por tanto, los objetivos del concurso eran introducir a los estudiantes en la tecnología del fresado CNC teniendo que conocer el modo de funcionamiento para poder realizar un diseño factible de ser mecanizado y fomentar el uso de la madera como material para realizar modelos y maquetas. Se valoraron las aportaciones innovadoras y originales. El resultado fue la participación de más de 70 alumnos el primer año y que ha ascendido a más de 100 en este tercer año.



**Figura 4:** a) Adornos de Navidad, b) Arbol de Navidad de la ETSIDI, c) Entrega de premios 2017

El alumno no sólo afianza y desarrolla la concepción espacial, así como la técnica del fresado CNC sino que su trabajo se expone en público en algo tan simbólico como el árbol de Navidad oficial de la ETSIDI colocado en el hall principal de la misma (Figura 4b). Además los tres ganadores también reciben un premio en material de Comercial Pazos, el primero de ellos, valorado en más de 100€ y un bono de 10 menús para la cafetería de la Escuela.

- **Juego del Prontuario de SIKA**

El Juego del Prontuario de Sika también se ha convertido en un clásico en el Fab Lab ETSIDI. No sólo nos encargamos de organizar y fomentar la participación sino que llevamos ya tres años escribiendo el problema que deben resolver los alumnos de ingeniería industrial de toda España que participen en el mismo. Tiene como fin poner a prueba los conocimientos de los participantes además de su creatividad. Se trata de un problema sencillo siempre relacionado con los adhesivos en relación con un medio de transporte. Por el premio han pasado coches, submarinos, barcos y en la última edición 2018, los camiones.

Es un concurso de ideas para la resolución de un problema que está entre lo real y lo imaginario. Los participantes debían ser alumnos matriculados al menos en una asignatura en Escuelas Técnicas Superiores en el área de la Ingeniería Industrial (Figura 5a). Se participa a título individual. El 1<sup>er</sup> premio es de 3.000 € en metálico o una beca de trabajo de tres meses de duración - valorada en 3.000 €- en SIKA o en alguna de las empresas del sector (Figura 5b).



**Figura 5:** a) Presentación del Premio por el director técnico de la parte industrial de SIKA y b) Cartel de difusión del Premio del Prontuario 2017.

- **Concurso Fundación Privada Caja de Ingenieros con la Sostenibilidad**

La Fundación Privada Caja de Ingenieros lanzó un concurso de diseño industrial enfocado a todos las Escuelas de Ingeniería en Diseño Industrial de España, tanto públicas como privadas, con lo que se sobrepasan las fronteras de la ETSIDI para buscar nuevos alumnos a los que despertar vocaciones tecnológicas (Figura 6a).



Figura 6: Concurso de la Fundación Caja de Ingenieros con la Sostenibilidad, a) Cartel anunciador y b) Entrega de Premios

Este año está en marcha la segunda edición con el objetivo de potenciar la sostenibilidad entre la Comunidad Universitaria diseñando y fabricando una papelerera para reciclar que pueda ser colocada en diferentes espacios oficiales y en las oficinas de Caja de Ingenieros de toda España. Se otorgan tres premios en metálico y no solo eso, sino que se fomenta la posibilidad de que el proyecto ganador se lleve a cabo. Los alumnos tienen una nueva oportunidad para desarrollar un proyecto que puede hacerse realidad con la importancia que ello conlleva a nivel curricular.

Hay que presentar un prototipo que puede ser realizado en cualquier material y con la tecnología que considerasen más apropiada teniendo en cuenta la sostenibilidad e intentando reducir el presupuesto lo máximo posible.

- **Cursos de Formación**



Figura 7: a) Curso de Fresadora CNC impartido por Roland dg y b) Curso de Impresión 3D impartido por el Fab Lab ETSIDI.

Cada cuatrimestre el Fab Lab ETSIDI lleva a cabo cursos de capacitación y uso de las diferentes máquinas de las que disponemos. Estos cursos de formación son impartidos por técnicos especialistas de las empresas fabricantes de los distintos equipos por lo que a parte de adquirir los conocimientos para la manipulación del mismo, se proporciona un certificado oficial de asistencia y formación firmado por la empresa distribuidora y el Fab Lab ETSIDI. Se han realizado cursos de: impresión 3D, fresadora CNC y corte láser teniendo gran acogida por parte del alumnado al ser los propios patrocinadores los implicados en su impartición (figura 7a y 7b). Los alumnos conocen de primera mano los equipos y sus características, se forman en las nuevas tecnologías y la empresa recibe un feedback muy provechoso para ellos.

## **Conclusiones**

La colaboración de las empresas como patrocinadores del Fab Lab ETSIDI ha sido desde su inauguración muy importante. Lo que empezó siendo una simple colaboración se ha traducido después de dos años en una relación muy positiva y favorable en ambas direcciones que eleva aún más el interés puesto en este Laboratorio de Fabricación. Las empresas con sus donaciones, depósitos y financiación económica promueven diferentes concursos, talleres y seminarios que motivan al alumnado y aumentan su experiencia más allá de las clases.

Al igual que las empresas, la participación del alumno también ha sido muy importante y activa despertando en ellos gran motivación al ser proyectos reales que se pueden llevar a cabo en algunos casos y, en otros, con compensación económica. Pero lo más importante es la experiencia que les proporcionan y la conexión con las empresas que se fomenta resultando muy beneficioso para su futuro.

Morbi sit amet tempus metus. Nullam ut tortor eu sapien auctor tincidunt. Duis massa nisl, convallis et augue quis, congue aliquet tellus. Vestibulum sit amet accumsan nunc. Nunc efficitur suscipit lacus, facilisis ornare erat fermentum posuere. Ut ac diam lobortis, luctus elit at, ultricies ipsum. Integer sed purus odio. Integer iaculis turpis vel massa elementum efficitur vitae vel orci. Mauris scelerisque nunc dolor, quis fermentum augue varius sit amet. Proin elementum semper magna ac luctus. Aliquam ut libero fermentum, vehicula ante ut, eleifend purus. Phasellus quis neque enim (Salazar, 2005).

## **Referencias**

- [1] Fab Lab foundation web- ¿What is a Fab Lab?. <http://www.fabfoundation.org>
- [2] Fab Lab information web- <https://www.fablabs.io/labs>

*C. Alía, R. Ocaña, J. Caja, C. Moreno, P. Maresca, S. Nuere, M. Merino, J. Narbón, A. Sanchidrián*

- [3] Fab Lab foundation web ideal lab layout- <http://www.fabfoundation.org/fab-labs/setting-up-a-fab-lab/>
- [4] Fab Lab inventory- <http://fab.cba.mit.edu/about/fab/inv.html>
- [5] <http://fablabetsidi.com/>



## La Formación Dual Universitaria en el Grado en Ingeniería en Automoción de la IUE-EUI de Vitoria-Gasteiz. Requisitos de Calidad.

Amaia Mesanza-Moraza<sup>a,1</sup>, Inmaculada Tazo-Herran<sup>a,2</sup>, Jose Antonio Ramos-Hernanz<sup>a,3</sup>, Ruperta Delgado<sup>a,4</sup>, Javier Sancho-Saiz<sup>a,5</sup>, Jose Manuel Lopez-Guede<sup>a,6</sup> y Estibaliz Apiñaniz-Fernandez de Larrinoa<sup>a,7</sup>

<sup>a</sup>Escuela Universitaria de Ingeniería de Vitoria-Gasteiz. C/Nieves Cano, 12, 01006, (UPV/EHU)  
[1amaia.mesanza@ehu.eus](mailto:1amaia.mesanza@ehu.eus), [2mariaainmaculada.tazo@ehu.eus](mailto:2mariaainmaculada.tazo@ehu.eus), [3josean.ramos@ehu.eus](mailto:3josean.ramos@ehu.eus),  
[4rupe.delgado@ehu.eus](mailto:4rupe.delgado@ehu.eus), [5javier.sancho@ehu.eus](mailto:5javier.sancho@ehu.eus), [6jm.lopez@ehu.eus](mailto:6jm.lopez@ehu.eus), [7estibaliz.apinaniz@ehu.eus](mailto:7estibaliz.apinaniz@ehu.eus)

---

### **Abstract**

*Since the 2017-2018 academic year, the Degree in Automotive Engineering has been implemented at the Faculty of Engineering of Vitoria-Gasteiz (UPV/EHU) in dual format, based on the complementarity of the University and company learning environments. With this type of education, the aim is to achieve greater motivation in the students, facilitate the labor insertion by having greater contact with the companies and that companies are fully integrated among the agents who are responsible for the education of university students. The teaching centers will be able to accredit university degrees or itineraries of them that are taught in this training format (or dual training). For this, the university institutions will adapt their studies in dual format to the quality requirements proposed by the state agencies of quality of the university systems, based on evaluation criteria.*

**Keywords:** *Acreditación, Calidad, Empresa, Formación Dual, Universidad.*

---

### **Resumen**

*Desde el curso 17-18 se ha implantado en la Escuela Universitaria de Ingeniería de Vitoria-Gasteiz de la UPV/EHU el Grado de Ingeniería en Automoción en formato dual, basándose en la complementariedad del aprendizaje entre los entornos universitario y empresarial. Con esta modalidad de formación se busca conseguir una mayor motivación en el alumnado, facilitar la inserción laboral al tener un mayor contacto con el tejido empresarial y que las empresas se integren de forma plena entre los agentes que se encar-*

*gan de la formación del estudiante universitario. Los Centros podrán acreditar los títulos universitarios o, en su caso, los itinerarios de los mismos que se imparten en este formato de formación docente (o en formación dual). Para ello, las instituciones universitarias adecuarán sus estudios en formato dual a los requisitos de calidad que proponen las agencias estatales de calidad de los sistemas universitarios, a partir de unos criterios de evaluación.*

**Palabras clave:** *Acreditación, Calidad, Empresa, Formación Dual, Universidad.*

## **Introducción**

Debido a las transformaciones vividas en los últimos años en las empresas y a un mercado cada vez más globalizado, la colaboración entre la Universidad y la empresa es algo cada vez más imprescindible (Vilalta J M., 2017). Por ello, es muy importante que los estudiantes tengan relación con las empresas lo antes posible, lo que les permitirá adquirir, de una manera progresiva y temprana, las competencias profesionales. La formación universitaria dual permite que el tiempo que necesita el estudiante para adaptarse a las formas de trabajo de la empresa sea más breve. Esta modalidad docente es una formación en régimen de alternancia entre la Universidad y la empresa, sirviendo de transición entre el sistema educativo y el mundo laboral. Esto implica que los estudiantes tengan que adaptar su mentalidad, debido a su temprano ingreso en el mundo laboral, dejan de ser simples estudiantes y pasan a ser aprendices que estudian, teniendo responsabilidades académicas, así como laborales, adquiriendo unos conocimientos teóricos y una sólida experiencia laboral (ACUP, 2015).

En la formación universitaria dual, las empresas, también, son las encargadas de la educación que recibirá el futuro graduado, ya que la formación no solo se impartirá en la Universidad, aumentando así el compromiso de las empresas en la educación del estudiante. Las empresas pasan de ser actores complementarios a actores principales en la formación de sus futuros trabajadores.

Los Centros que tengan implantados estos estudios o que tengan intención de implantar-los, podrán acreditar los títulos universitarios o, en su caso, los itinerarios de los mismos que se imparten en formación dual, cumpliendo los requisitos que consideren las agencias evaluadoras. En el caso de la comunidad autónoma del País Vasco, con la presentación en el Consejo Vasco de Universidades, el 6 de junio de 2017, de la *I Estrategia Vasca de Relación Universidad-Empresa 2022* por el lehendakari, Iñigo Urkullu, y la consejera de Educación, Cristina Uriarte se definió un marco para la formación dual universitaria mediante la creación de sellos acreditativos para grados y másteres universitarios.

Para la obtención de esta acreditación, las instituciones universitarias tienen que adecuar estos estudios a los requisitos de calidad que ofrecen las agencias estatales de calidad de los

sistemas universitarios. En el caso de la Agencia de Calidad del Sistema Universitario Vasco (Unibasq) ofrece un protocolo para la obtención del reconocimiento de formación dual, basándose en la normativa siguiente (Unibasq, 2017):

- Real Decreto 1393/2007, de 29 de octubre, que establece la posibilidad de introducir prácticas externas con el fin de reforzar el compromiso con la empleabilidad de los futuros graduados y graduadas. Estas prácticas externas, tendrán una extensión máxima del 25 por ciento del total de los créditos del título, y deberán ofrecerse preferentemente en la segunda mitad del plan de estudios.
- El Estatuto del Estudiante Universitario, aprobado por el Real Decreto 1791/2010, de 30 de diciembre, indica, en su artículo 8, el derecho de los y las estudiantes de Grado a la realización de prácticas, curriculares o extracurriculares, que podrán realizarse en entidades externas y en los centros, estructuras o servicios de la Universidad.
- El Real Decreto 592/2014, de 11 de julio, regula las prácticas académicas externas del alumnado universitario.
- El Decreto 11/2009, de 20 de enero, que expone la implantación y supresión de las enseñanzas universitarias oficiales que conducen a la obtención de los títulos de Grado, Máster y Doctorado, proponiendo que, en el diseño de los planes de estudios de las enseñanzas universitarias oficiales, de conformidad con las líneas generales emanadas del Espacio Europeo de Educación Superior un cambio en las metodologías docentes, pudiendo combinar la realización de prácticas con la enseñanza teórica.

El resto de este trabajo está estructurado de la siguiente manera. En el segundo apartado se se analiza qué es la enseñanza dual universitaria en los grados de ingeniería analizando sus ventajas sobre otras formas de formación universitaria. En el tercer apartado se exponen los criterios que la IUE-EUI (Escuela Universitaria de Ingeniería de Vitoria-Gasteiz) propone a la agencia vasca (Unibasq), para poder conseguir que el Grado en Ingeniería en Automoción se acredite como un grado en formación dual. Finalmente, en el cuarto apartado se analizan las principales conclusiones resultantes.

### **Enseñanza DUAL Universitaria en los grados de Ingeniería**

Se puede precisar que la Formación Universitaria Dual es una agrupación de actividades e iniciativas formativas que buscan mejorar la cualificación profesional de los estudiantes universitarios, combinando los procesos de enseñanza y aprendizaje en el centro universitario y en la empresa para facilitar la obtención de competencias profesionales en el propio lugar de trabajo (Fundación Bertelsmann, 2014).

A pesar de que la formación universitaria dual es una modalidad docente con gran trayectoria en otros países de la Unión Europea como Alemania o Francia, se está implantando

desde hace poco tiempo en España (Rego Agraso L., 2015). En la comunidad autónoma del País Vasco se tiene la experiencia del Instituto de Máquina Herramienta-IMH en Elgoibar, que desde 2011 es un centro adscrito a la Universidad del País Vasco, en el que se imparte el título de Ingeniería en Innovación de Procesos y Productos en formación dual. La formación se realiza en régimen de alternancia entre la Universidad y la empresa, de forma que el estudiante se convierte en la empresa en un trabajador en formación.

Este tipo de formación tiene tres agentes principales (Dual Training, 2015), (Durán López P., 2017):

- La Universidad, es el punto de unión entre las empresas y los alumnos, siendo la encargada de interaccionar con los centros de trabajo, y de que el alumnado adquiera las competencias genéricas y específicas de ingeniería.
- La empresa, es la encargada de implantar la realidad laboral y sectorial, y de que el alumando adquiera las competencias transversales más profesionales.
- El estudiante, complementará los conocimientos adquiridos en la Universidad con los conocimientos adquiridos durante su actividad laboral en la empresa.

Las ventajas que aporta la formación dual para cada uno de los agentes son (*Ibidem*):

Ventajas para la Universidad:

- El profesorado universitario que imparte clases en este tipo de formación amplía sus conocimientos, debido al contacto continuo con el sistema productivo, mejorando así sus competencias docentes.
- El tener un contacto continuo con la realidad laboral posibilita otras formas de colaboración, como pueden ser la realización de conferencias de los profesionales de la empresa en los centros universitarios, que estos profesionales colaboren en la impartición en las aulas de los contenidos más actuales y/o prácticos de alguna asignatura teórica, que el alumnado pueda realizar mayor número de visitas a empresas, que se desarrollen proyectos de investigación Universidad- empresa, etc.

Ventajas para la empresa:

- Será más sencilla la búsqueda de futuros empleados, al colaborar en la elaboración de los programas docentes, disminuyendo los procesos de adaptación y de aprendizaje.
- Estos futuros empleados tendrán unas aptitudes profesionales más adaptadas a las exigencias laborales de las empresas y entidades en las que hayan realizado la formación.
- Se disminuyen los tiempos de integración al puesto de trabajo.
- La empresas podrán planificar una mejor estrategia de renovación de ingenieros, a medio y largo plazo.

Ventajas para el alumnado:

- El estudiante tendrá un contrato de trabajo y por ello formará parte de la empresa (implicación, obligaciones y responsabilidades) como cualquier otro trabajador.
- El estudiante tendrá un contacto real con el mundo laboral, consiguiendo experiencia profesional, adquiriendo las competencias profesionales y consiguiendo una relación adecuada entre teoría y práctica, dado que la Universidad no es el único agente encargado de la adquisición de conocimiento. Aprenden y trabajan con más motivación, recibiendo, además, una remuneración económica.
- El estudiante, tras finalizar su formación dual, tendrá mayor experiencia y conocimiento del mundo empresarial lo que le permitirá acceder al mercado laboral con una cualificación reconocida.

### **Criterios de Evaluación para la acreditación de la calidad de la formación dual universitaria.**

La acreditación de la formación dual universitaria se podrá solicitar para una titulación completa o un itinerario dual (cuando parte del alumnado matriculado en un grado, seguirá la parte del grado que se impartirá en formato dual). En el caso de la Agencia de Calidad del Sistema Universitario Vasco (Unibasq), podrán optar a esta acreditación todos los títulos oficiales del Sistema Universitario Vasco inscritos en el Registro de Universidades, Centros y Títulos (RUCT).

Los méritos aportados para la evaluación de las propuestas que la agencia evaluadora tendrá en cuenta están descritos en los siguientes apartados; Descripción del título, Justificación del plan de estudios conducente a un título oficial, Competencias, acceso y admisión de estudiantes, Planificación de las enseñanzas, Personal académico, Recursos materiales y servicios y el Sistema de garantía de la calidad.

#### ***Descripción del Título***

En este apartado es necesario describir la titulación que se presenta a la acreditación, el número de alumnos que cursan la formación dual, el porcentaje de créditos que se desarrollarán en colaboración con las entidades y cómo será esa colaboración.

El Grado en Ingeniería en Automoción es una titulación que se imparte de forma presencial y en formato dual. La IUE-EUI garantizará que todos/as los/as alumnos/as podrán completar su formación dual, contando para ello con el número suficiente de entidades que participen en la formación compartida. Para que esto sea posible la IUE-EUI ofertará 40 plazas en este grado

El plan de estudios del Grado en Ingeniería en Automoción consta de 240 créditos, de los cuales 42 corresponden a estancias en la empresa y 12 al TFG a desarrollar en colaboración con la empresa. Con ello, un total de 54 créditos serán de formación en la entidad externa a

la Universidad, es decir, el 22,5% de de la titulación se impartirá dentro de la entidad colaboradora.

Además de la estancia en las entidades, éstas colaborarán en la formación del alumnado acudiendo a la IUE-EUI a impartir docencia, desde el primer curso, en diferentes asignaturas hasta completar 6 ECTS equivalentes a 60 horas de formación en el aula. De esta forma, los créditos que se impartirán dentro o en colaboración con las entidades serán 60 ECTS, lo que equivale a un 25 % de los créditos totales de la titulación, cumpliendo así con uno de los requisitos de la agencia Unibasq para que una titulación de grado sea acreditada en formación dual

### ***Justificación del plan de estudios conducente a un título oficial***

En este apartado se debe justificar el por qué del empleo de la metodología de formación compartida Universidad-empresa en el título que se propone, indicando los beneficios que esta metodología puede aportar a los diferentes agentes que participan. La formación dual implica la adquisición de las competencias de la titulación en la Universidad y en la entidad, de forma, que habrá que indicar qué competencias adquiere el alumnado en cada uno de los ámbitos y cómo se realiza la coordinación entre ambos.

Gracias a la formación dual, los/as egresados/as serán profesionales familiarizados con las metodologías de trabajo en el mundo de la empresa y en enseñanzas técnicas, tanto en tecnologías del automóvil como en procesos de fabricación de los mismos. Se desarrollarán capacidades de iniciativa, creatividad, razonamiento crítico, y de adaptación a nuevas situaciones. Se pretende con la formación dentro de la entidad mejorar la satisfacción del/a egresado/a con su formación y facilitar su inserción laboral.

Además, se trabajarán competencias de trabajo en equipo y trabajo autónomo, y responsabilidad ética y profesional, teniendo en cuenta el impacto social y medioambiental de las soluciones técnicas adoptadas en sus decisiones. Como ya hemos comentado, una parte importante de la formación (54 créditos) se realizará en el ámbito de empresas del sector, lo que asegura la adquisición, por parte del alumnado, de las habilidades idóneas para su desempeño profesional. El/la graduado/a será, por tanto, capaz de trabajar en entornos multidisciplinarios y participar en diferentes proyectos relacionados con el sector de la automoción.

Para garantizar la coordinación e integración de las actividades desarrolladas en la entidad y las impartidas en el aula, se creará una *Comisión Mixta* formada por agentes tanto de la Universidad como de la entidad. Por parte de la Universidad, compondrán dicha *Comisión Mixta* el Subdirector de Relaciones con la Empresa, el Coordinador del Grado en Ingeniería en Automoción y un profesor que imparta la asignatura de Gestión de Proyectos. Por parte de la Empresa, dos tutores de las empresas que participen en la formación de los/as estudiantes.

### **Competencias a adquirir por los/as graduados/as**

La formación dual es una metodología de enseñanza aprendizaje en la que el alumnado adquirirá unas competencias en las aulas universitarias y otras durante su estancia en la empresa. Será necesario justificar cuáles serán las actividades de aprendizaje que se llevarán a cabo para la adquisición de dichas competencias.

Las competencias de la titulación se trabajarán en la Universidad a lo largo de los diferentes módulos que la componen y, por otro lado, durante la estancia que el estudiante realizará en la empresa. Estas competencias están desarrolladas en la Memoria Verificada del Grado en Ingeniería en Automoción.

En el periodo de formación que el alumnado realice en las aulas, tanto las competencias generales de la titulación como las competencias transversales se desarrollarán a través de metodologías de aprendizaje activo, tales como el Aprendizaje Basado en Proyectos, Aula inversa, Trabajo cooperativo, etc. Dividiéndose el grado en los siguientes módulos:

- *Módulo de Formación Básica* (60 ECTS): Este módulo se corresponde con materias que aportan una formación elemental para poder abordar en cursos posteriores las materias propias de la ingeniería (serán comunes a la rama industrial en el sector del Automóvil).
- *Módulo de Fundamentos de Ingeniería* (60 ECTS): Estas materias proporcionarán unos conocimientos y capacidades generalistas en el ámbito de la ingeniería industrial, aportando al egresado una formación más versátil y pluridisciplinar. Las materias ofertadas en este módulo pretenden reforzar el conocimiento básico necesario para poder afrontar en el siguiente módulo las materias de tecnología del automóvil correspondientes.
- *Módulo de Tecnologías del Automóvil* (42 ECTS): Compuesto por las materias obligatorias de las Tecnologías del Automóvil pretendiendo aportar una formación que, partiendo de las competencias adquiridas en los Módulos de Formación Básica y de Fundamentos de Ingeniería, profundice en aspectos propios de la ingeniería del automóvil. Esta formación específica debe responder a las demandas de la industria de Automoción estando formado el módulo por 7 asignaturas de 6 créditos cada una.
- *Módulo de Fabricación de Vehículos*: (24 créditos). El objetivo pretendido con este módulo es que el alumnado adquiera los conocimientos necesarios para poder desempeñar su labor en el ámbito de trabajo de una empresa del sector de la automoción, no sólo de las fabricantes de vehículos, sino también de las que se ocupan de la fabricación de componentes, es decir, de los procesos productivos implicados, herramientas de calidad, etc.
- *Módulo de optatividad* (18 ECTS): En lo referente al módulo de optatividad (materias no específicas) está integrado por aquellas materias que, siendo optativas pa-

ra el estudiante, no son materias optativas ligadas a las tecnologías específicas, sólo llevan asociadas competencias transversales. Precisamente, debido a su carácter optativo, no resulta factible responsabilizar a este módulo del desarrollo de competencias de titulación. Éstas, han debido quedar debidamente cubiertas por el resto de los módulos que conforman el plan de estudios.

- *Trabajo Fin de Grado* (12 ECTS): En el caso de las competencias correspondientes al trabajo fin de grado, debido al carácter integrador y evaluador que este módulo tiene con respecto a las competencias adquiridas en las enseñanzas, se entiende que, si bien en todos los proyectos que presenten y defiendan los estudiantes, no abordarán todas las competencias de la titulación, sí que se deberán utilizar y, en consecuencia, evaluar, un buen número de ellas.

El objetivo de todas las competencias es que, una vez adquirida la formación básica mediante las asignaturas de los dos primeros cursos, el alumnado adquiera una formación individualizada y adaptada a las necesidades específicas de cada empresa del sector, así como complementar la formación obtenida del resto de las asignaturas de la titulación.

#### ***Acceso y admisión de estudiantes en las entidades***

En el caso de las titulaciones con mención de formación dual, todo el alumnado matriculado en las mismas tiene derecho a superar los créditos que determine el plan de estudios en colaboración con la entidad, de manera que habrá que establecer un procedimiento que así lo garantice.

El proceso de distribución del alumnado entre las diferentes entidades con las que se tenga convenio de formación en alternancia será compartido entre el alumnado, la empresa y la IUE-EUI, de manera que se garantice que todas las personas matriculadas puedan alcanzar las competencias del Plan de Estudios.

Se realizará un listado de las entidades con las que, para cada curso académico, sea posible realizar la estancia y las plazas que ofertan cada una, indicándose también el área de la empresa en la que el alumno o la alumna realizarán su formación. El listado deberá estar disponible antes del comienzo del curso académico.

Este listado se hará público en la página web de la titulación, para lo que se habilitará un espacio a tal efecto, de acceso restringido al alumnado matriculado. Los/as alumnos/as podrán escoger hasta un máximo de 5 empresas, ordenadas por orden de preferencia, indicando los motivos y las capacidades que aporta para justificar su elección.

Los/as alumnos/as podrán escoger el área de actividad en el que les gustaría formarse, indicando los motivos y las capacidades que aporta para justificar su elección.

La IUE-EUI realizará la preselección, en función del currículum del alumno/a y de la adecuación de las capacidades transversales del/a alumno/a.

Una vez hecha la preselección, a las empresas se les propondrán 3 alumnos/as para cada una de las plazas que oferten. Las empresas deberán seleccionar al candidato, considerando currículum, una entrevista personal y aquellas características que la empresa considere oportunas en función del sector en el que el alumno vaya a realizar su estancia formativa en la empresa.

Asimismo, tal información deberá ser pública en la web de la titulación.

El vínculo preferente entre el alumno o alumna y la entidad será el contrato a tiempo parcial con vinculación formativa, el cual se crea con la Ley 11/2013, de 26 de julio, de medidas de apoyo al emprendedor y de estímulo del crecimiento y de la creación de empleo. Además de este vínculo jurídico que implica una remuneración al estudiante y un seguro asimilable al resto de trabajadores, se firmará un convenio de compromiso entre el o la alumno/a, la IUE-EUI y la entidad, en el que se recojan las competencias y actividades que el o la alumno/a deberá desarrollar en la entidad, así como los derechos y obligaciones que tienen todos los firmantes.

En los supuestos en los que no se pudiera firmar el contrato indicado anteriormente, el vínculo entre el alumno o la alumna y la entidad se realizará dentro del marco de los Convenios de Cooperación Educativa, que se utilizan actualmente para la realización de prácticas voluntarias en empresa.

### ***Planificación de las enseñanzas***

Para garantizar el desarrollo de la formación en la entidad con seguridad y eficacia, el alumnado deberá cursar formación en la IUE-EUI. Así, durante los dos primeros cursos, la formación se desarrollará en el centro educativo, aunque desde el curso primero se realizará formación en colaboración con las entidades en el marco de ciertas asignaturas.

El título está programado para que, a partir del tercer curso, se alternen las actividades en el aula y en la entidad. En el curso 3º se alternará la formación en el aula con la formación en la empresa en la adquisición de las competencias generales del *Módulo de Tecnología del Automóvil* y las competencias transversales. Las 8 primeras semanas del primer cuatrimestre se desarrollarán completamente en el aula. Sin embargo, el resto de las semanas hasta el mes de mayo se alternará la formación en la entidad, a la que acudirán los lunes, martes y miércoles, con la formación en el aula, que tendrá lugar los jueves y viernes.

En el 4º curso se alternará la formación en el aula con la formación en la empresa en la adquisición de las competencias generales del *Módulo de Fabricación de Vehículos*, las relacionadas con la organización en la empresa y la gestión de proyectos, así como las competencias transversales. La alternancia de formación se realizará desde la primera semana del curso académico 3 días en la entidad y 2 días en la Universidad, terminando antes de comienzo del mes de mayo, período en el que el alumnado podrá terminar el TFG.

En la evaluación de los módulos duales participará tanto la persona que tutoriza la docencia en el aula como la que tutoriza la docencia en la entidad, permitiendo la adquisición de los resultados de aprendizaje establecidos.

Durante el primer periodo de formación en la empresa al/a alumno/a se le asignará un/a tutor/a, quien elaborará un Plan de Desarrollo Profesional (PDP) para el/la estudiante, en el que se contemplarán las competencias y resultados de aprendizaje que se desea conseguir en ese periodo. Dicho Plan (PDP) será consensuado con el/la profesor/a tutor del alumno de la IUE-EUI. Al final de este primer período, el alumno deberá redactar un informe que refleje los aspectos fundamentales de la empresa, tanto organizacionales como técnicos, que será evaluado por el profesorado asignado de la IUE-EUI, en el que se considerará la valoración del tutor de la empresa.

Durante la segunda fase de formación en la entidad, el alumno deberá redactar un informe en el que se realice una descripción concreta y detallada de las tareas y actividades desarrolladas. La calificación será el resultado de: la valoración del tutor de la empresa, quien tendrá en cuenta el grado de desarrollo de los aspectos recogidos en el Plan de Desarrollo Profesional del/a alumno/a y la valoración del/a profesor/a asignado/a, quien tendrá en cuenta el informe elaborado por el/a estudiante, y el grado de desarrollo de las competencias tanto de las generales como de las transversales. Al final del tercer período de formación en la entidad, el alumnado deberá elaborar un informe técnico en el que se describan las características de la intervención realizada en la empresa. La calificación será el resultado de: la valoración de la realización de las actividades y el carácter de las intervenciones por parte de la persona tutora de la empresa y la valoración del/a profesor/a asignado/a, quien tendrá en cuenta el informe realizado y la viabilidad de las soluciones adoptadas.

Dada la relevancia de la formación conjunta en los tres últimos periodos, ambas valoraciones, -la de la entidad y la de la Escuela de Ingeniería- tendrán el mismo valor.

El Trabajo Fin de Grado se desarrollará en colaboración con la entidad en la que el /la alumno/a haya realizado su estancia de formación, así el TFG será codirigido por el tutor de la empresa y el tutor académico, quienes realizarán los correspondientes informes de dirección.

#### ***Personal académico***

El profesorado académico que tutorizará la formación en la entidad deberá tener un perfil de formación en ingeniería, además de reconocida experiencia profesional o realizar investigación en las tecnologías y/o sectores de automoción o tener dilatada experiencia como tutor de prácticas en empresa o participar en doctorados industriales relacionados con el sector de la automoción tanto de ingeniería de vehículos como de fabricación.

El profesorado de la IUE-EUI ha participado en diferentes jornadas en las que se ha tratado la “Formación Dual en la Enseñanza Superior” o “Formación Dual universitaria estudio de cinco casos”. Además, la IUE-EUI pertenece a la red europea CWIHE (Cooperative and Work Integrated Higher Education), a través de las cuales se realizan reuniones para la mejora de los procesos asociados a la formación dual.

El /la tutor/a de la empresa deberá tener un perfil técnico y ocupará un puesto de responsabilidad en el área en la que el/la estudiante vaya a realizar su formación.

Al comienzo de cada curso académico se realizará en la IUE-EUI un *Curso de Formación de Tutores*, tanto de las entidades, como académicos, en el que se explicarán los objetivos formativos de la formación dual, cómo será el proceso de enseñanza-aprendizaje y las funciones que tiene cada uno de ellos. Se analizarán también diferentes experiencias que sirvan como marco de aprendizaje. El curso de formación se realizará en colaboración con entidades con experiencia en la enseñanza dual, como el Sindicato Empresarial Alavés (SEA) y los Centros de Ciclos de Formación Profesional Dual.

#### ***Recursos materiales y servicios***

Para que un título sea acreditado como titulación de grado en formación dual, será necesario garantizar que el centro en el que se imparte el título tenga contacto con el número suficiente de entidades de tal forma que garantice la realización de la formación dual por parte de todo el alumnado matriculado y que dichas entidades gozan de un reconocido prestigio y solvencia.

En todos los casos se trata de empresas con solvencia reconocida en el ámbito de la automoción, que disponen entre su personal con técnicos formados en ingeniería y que, por lo tanto, acreditan las condiciones suficientes para desarrollar las competencias del plan de estudios. El objeto social, las instalaciones e infraestructura de personal han de ser adecuadas para conseguir dicho objetivo, tal como se comprobará en las visitas que se realicen a las citadas empresas.

#### ***Sistema de garantía de la calidad***

Para garantizar que la gestión de la formación dual se realiza bajo estándares de calidad, los centros que quieran acreditar sus titulaciones tendrán que justificar que disponen de un sistema de gestión basado en proyectos y procedimientos y en consecuencia, que la formación dual formará parte de dicho sistema.

Debido a la novedad de la metodología de aprendizaje en colaboración con la empresa, dentro del Sistema de Garantía Interno de Calidad de la Escuela Universitaria de Ingeniería de Vitoria-Gasteiz, se dispondrá del procedimiento: 2.2. PES-D07 Formación Dual, incluido dentro del subproceso 2.2 de desarrollo de la Educación Superior, en el proceso 2. Proceso de Educación Superior del Sistema de Gestión de Garantía de la Calidad.

## **Conclusiones**

En los próximos años las instituciones universitarias van a tener que ser mucho más sensibles a los requerimientos sociales y empresariales debido a las demandas y necesidades de la sociedad. La precariedad laboral, así como el paro juvenil existente, sumado a la transformación en las empresas a la Industria 4.0 implicará cambios en la forma de preparación de los estudiantes universitarios.

Es por ello por lo que la formación universitaria dual va a ser una alternativa que puede ayudar a facilitar estos cambios, mejorando el ingreso al mercado laboral y el desarrollo personal, incrementando el ajuste entre las demandas de la empresa y la formación de los estudiantes universitarios, consiguiendo una mayor eficiencia económica y una mejor integración social de éstos, adecuando la formación universitaria a las nuevas realidades sociales y económicas.

Debido a esto, en la IUE-EUI de Vitoria-Gasteiz, se implanta el Grado en Ingeniería en Automoción en el curso 2017-18. Este grado se ha realizado en contacto directo con las empresas del sector de automoción del País Vasco, ya que para su diseño se tuvieron en cuenta las aportaciones que entidades como Michelin, Mercedes-Benz, RPK o el Grupo Antolí realizaron. Es un grado en formación dual en el que el 22,5% de los créditos los adquiere el alumnado mediante tres periodos de estancia en las empresas y la realización de su TFG en las mismas.

En noviembre de 2017, la agencia de evaluación Unibasq publicó el “Protocolo de acreditación de la formación dual para las titulaciones universitarias” En este trabajo se presentan los argumentos de la IUE-EUI para la obtención de dicha acreditación según dicho protocolo.

## **Referencias**

- Vilalta J.M. (2017). ¿Es posible (y deseable) la formación universitaria dual? Blog de Studia XXI.
- ACUP (2015). Promoción y desarrollo de la formación dual en el sistema universitario catalán. Asociación Catalana de Universidades Públicas Universitat de Lleida.
- Unibasq (2017). Protocolo para la obtención del reconocimiento de formación dual para títulos universitarios oficiales de grado y máster.
- Fundación Bertelsmann (2014). Guía básica sobre la formación profesional dual.
- Rego Agraso L., Barreira Cerqueiras, E.M. y Rial Sánchez, A. F. (2015). Formación profesional dual: comparativa entre el sistema alemán y el incipiente modelo español. *Revista Española de Educación Comparada*, 25, 149-166
- Dual Training (2015). Guía metodológica alumnos formación profesional dual
- Durán López P., Santos Primo J. R., Gil Pérez R. (2017) Guía de la formación dual. Cámaras de Comercio, Ministerio de Educación, Cultura y Deporte y Fondo Social Europeo.



## Prácticas formativas en la UPV: Objetivo estratégico.

Samper Martínez, Maria Amparo<sup>a</sup>, Solaz Benavent, Maria Teresa<sup>b</sup>

<sup>a</sup>Universitat Politècnica de València, España. Técnico Superior de Administración General. Jefa de Administración de la Escuela Técnica Superior Ingeniería del Diseño ([msamper@upvnet.upv.es](mailto:msamper@upvnet.upv.es))

<sup>a</sup>Universitat Politècnica de València, España. Técnico Superior de Administración General. Jefa de Sección de la Facultad de Administración y Dirección de Empresas ([tsolaz@upv.es](mailto:tsolaz@upv.es))

---

### **Abstract**

*The Universitat Politècnica de Valencia (UPV) has always shown a constant concern to achieve excellence in all the services it provides. This is reflected in the Strategic Plan 2020 where one of its challenges explicitly states that "The UPV aims to move towards training models that make their students acquire the necessary skills to be able to have an adequate job placement".*

*An example of this concern can be found in its Bachelor and Master's curricula (PE), since all of them have taken into account at the time of its preparation that the student, throughout his or her academic life, is capable of acquiring the necessary skills that facilitate his insertion into the job market.*

*This communication analyses the most relevant aspects offered by the UPV to its students in the field of "training placements" in companies and/or institutions, highlighting the university structure created to manage the process from the offer of a placement to the student until the qualification is registered in the student's academic record and the added value of being remunerated in all cases.*

**Keywords:** Internships, Company, Strategic Plan.

---

### **Resumen**

*La Universitat Politècnica de Valencia (UPV) ha mostrado siempre una preocupación constante por alcanzar la excelencia en todos los servicios que presta. Ello queda reflejado en el Plan estratégico 2020 donde uno de sus retos refleja de forma explícita que "La UPV tiene como objetivo avanzar hacia modelos de formación que logren que sus estudiantes adquieran las competencias necesarias para poder tener una adecuada inserción laboral"*

*Prácticas formativas en la UPV: Objetivo estratégico.*

*Un ejemplo de esta inquietud lo encontramos en los planes de estudios (PE) de Grado y Master que en ella se imparten, pues todos han tenido en cuenta en el momento de su elaboración que el alumno, a lo largo de su vida académica, sea capaz de adquirir las competencias necesarias que le faciliten su inserción en el mundo laboral y profesional.*

*En esta comunicación se analizan los aspectos más relevantes que ofrece la UPV a sus estudiantes en el ámbito de la realización de “prácticas formativas” en empresas y/o instituciones, resaltando la estructura universitaria creada para gestionar el proceso, desde la oferta de una práctica formativa al estudiante, hasta el reflejo de la calificación obtenida por este en su expediente académico, y el valor añadido que tienen estas al ser todas ellas remuneradas.*

**Palabras clave:** *Prácticas, Empresa, Plan Estratégico.*

## **Introducción**

La empleabilidad de los graduados siempre ha estado presente en las declaraciones sobre el proceso de Bolonia, como se recoge en la reunión de Ministros de Educación celebrada en Londres en mayo de 2007, en la que se analizaron los progresos del proceso de adaptación al Espacio Europeo de Educación Superior (EEES) y en cuyo comunicado se cita textualmente: “*Instamos a las instituciones a seguir desarrollando asociaciones y la cooperación con los empleadores en el actual proceso de innovación curricular sobre la base de los resultados del aprendizaje*”, es decir, pone énfasis en que para mejorar la empleabilidad, hay que consolidar la colaboración de las instituciones de la educación superior con los empleadores.

Teniendo ello en cuenta, cuando en febrero de 2008 el Consejo de Gobierno aprueba el Documento Marco a seguir en el Diseño de Titulaciones a ofertar en esta Universitat, establece la obligatoriedad de que todos los Planes de Estudio (PE) contemplen un periodo de prácticas externas que puede alcanzar una duración de hasta 18 ECTS, que se ha de ofrecer preferentemente durante los dos últimos cursos, y que deben estar concebidas y organizadas para favorecer la ocupación de los futuros egresados. Este requisito, que ya existía en algunos de los anteriores PE de 1<sup>er</sup> y 2<sup>o</sup> ciclo, muestra el interés que tiene para la Universitat, la empleabilidad de sus graduados cuando exige en todos los nuevos PE, aun reduciendo estos su carga lectiva, que se conserven los créditos destinados a prácticas formativas.

Así, en la actualidad, todos los PE ofertados en la UPV cuentan, en su estructura con un número de créditos ECTS vinculados a la realización de “*Prácticas Formativas*”, obligatorias en unos casos, y voluntarias en otros (pudiendo estas últimas ser sustituidas por asignaturas con capacidad para acreditar dicha competencia), distinguiéndose además entre prácticas curriculares y extra-curriculares.

Por otro lado, el Estatuto del Estudiante aprobado por el Real Decreto 1791/2010, de 30 de diciembre, reconoce el derecho de los estudiantes de grado y máster a disponer de la

posibilidad de realización de prácticas curriculares o extracurriculares que podrán realizarse en entidades externas y en los centros, estructuras o servicios de la universidad.

Asimismo, el Decreto 182/2011 por el que se aprueban los Estatutos de la UPV refleja, entre los fines de la misma, la realización de prácticas tuteladas por parte de los estudiantes en empresas, instituciones, fundaciones y asociaciones sin ánimo de lucro, con arreglo a un proyecto formativo y velando por los intereses del alumno.

Finalmente, el Real Decreto 592/2014, de 11 de julio, establece el marco por el que se regulan las prácticas académicas externas de los estudiantes universitarios, haciendo hincapié en que las prácticas en empresas durante los estudios universitarios contribuyen a complementar, mediante experiencia laboral, la formación adquirida en la universidad y son uno de los medios más eficaces para la consecución del primer empleo de los titulados universitarios.

Amparada por todo este marco legal, la UPV ha venido desarrollando una gran actividad en este campo ya que entiende que, la empleabilidad de los titulados como objetivo de la formación universitaria no debe ser sólo un principio recogidos en las leyes. Actualmente, las titulaciones de grado y master acreditan la empleabilidad de sus titulados cuando se someten a nuevos procesos de acreditación, y podría llegar a ser uno de los indicadores a tener en cuenta en el momento de la financiación por parte de las Comunidades Autónomas.

Es por ello que, comprometida con el empleo, es uno de los objetivos de esta Universitat el situarse entre las primeras del Estado en gestión de prácticas en empresas/instituciones para sus estudiantes, incluyéndose como uno de los principales retos en el Plan Estratégico 2020 *“avanzar hacia modelos de formación que logren que sus estudiantes adquieran las competencias necesarias para poder tener una adecuada inserción laboral”*.

### **Unidad de Gestión**

El Servicio Integrado de Empleo (SIE) de la UPV, bajo la dependencia de la Dirección Delegada de Emprendimiento y Empleo, es quien gestiona, en colaboración con las unidades descentralizadas existentes en Escuelas y Facultad, las competencias de esta Dirección.

En este Servicio realiza su actividad personal especializado que, a través de los Programas de Cooperación Educativa y el establecimiento de convenios de colaboración, teje lazos entre la Universitat, las empresas y las instituciones en materia de educación y empleo, siempre con el objetivo final de facilitar al alumno el tránsito de la Universidad al mundo laboral y contribuir a la mejor inserción de sus titulados.

Se sirve para ello de programas como:

- “Catedras y Aulas de Empresa” para reforzar las relaciones entre la institución y las empresas.
- Organización del “Foro de Empleo y Emprendimiento”(Foro e<sup>2</sup>), concebido como lugar de encuentro entre empresas, estudiantes y titulados que buscan una

oportunidad laboral, un cambio de empleo u orientación que mejore su carrera profesional, siendo además una oportunidad para las empresas participantes de darse a conocer entre la comunidad universitaria.

- Colaboración y apoyo a la Fundación Servipoli, cuyo objetivo es complementar la formación de los estudiantes mediante experiencia laboral, prestando servicios de apoyo a las diferentes unidades de la UPV.

Relacionada directamente con la temática de esta comunicación destacamos la organización del Foro e<sup>2</sup>, que consideramos le da un valor añadido a esta Universitat, por el elevado número de empresas que asisten a este evento, contando para la edición de 2018, la cual se celebrará los días 25 y 26 de abril, con la participación de 110 empresas/instituciones.

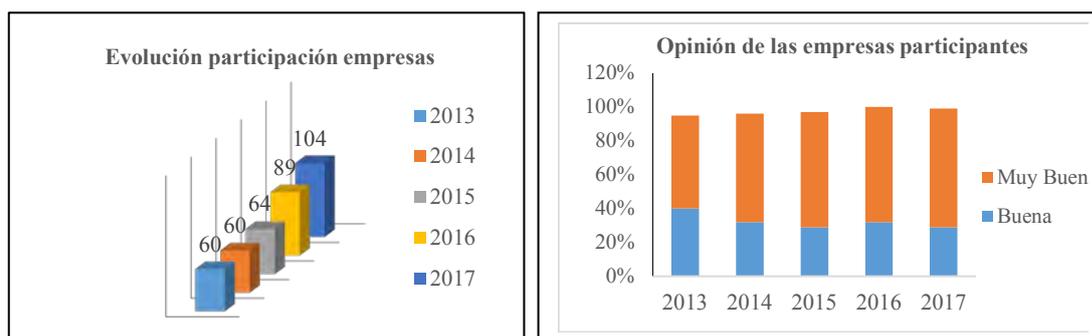
A continuación se refleja la evolución de los últimos años:

**Tabla 1. Datos sobre la participación de Empresa en diferentes ediciones**

Año	Nº Empresas	C.V. Recogidos	Satisfacción		Interés por volver a participar
			Buena	Muy Buena	
2013	60	13278	40%	55%	82%
2014	60	9031	32%	64%	84%
2015	64	9608	29%	68%	91%
2016	89	11399	32%	68%	96%
2017	104	11132	29%	70%	93%

Fuente: Memorias Foro e<sup>2</sup> UPV

**Figura 1 Datos Empresas Participantes**



En los gráficos se aprecia la evolución de las empresas participantes, así como la satisfacción de las mismas con su asistencia al Foro y las actividades que en este se llevan a cabo.

Este hecho favorece que por parte de las empresas haya una amplia oferta de prácticas a la que pueden acceder los estudiantes interesados.

No obstante, la finalidad de este Foro no es únicamente que las empresas participantes realicen oferta de prácticas, si no que se trata de un lugar de encuentro de empresas y comunidad universitaria cuyo fin es dinamizar el conocimiento y su aplicación práctica, haciendo visible el papel de la universidad como formadora de personas cualificadas cuya preparación revierte en la sociedad, así como, potenciar el emprendimiento como nueva oportunidad de trabajo, haciendo que sea un referente a nivel nacional para la captación del talento.

En esta línea la UPV intenta impulsar la cultura emprendedora de sus estudiantes, apoyando la creación de empresas innovadoras con base tecnológica en la Comunidad Valenciana. Se ha creado para ello el Instituto Ideas, donde se pueden encontrar los siguientes servicios:

- Apoyo a la creación de empresas innovadoras.
- Información, orientación y asesoramiento a personas emprendedoras, desde el nacimiento de la idea de negocio hasta la consolidación del proyecto empresarial.
- Tutorización, apoyo y seguimiento para el desarrollo del Plan de empresa y análisis de viabilidad.

### **Procedimiento de Gestión para la realización de prácticas formativas**

#### **a) Por parte de la empresa**

El procedimiento se inicia cuando una empresa establece lazos de contacto con la UPV, a través del SIE, manifestando su deseo de contar con estudiantes para la realización de prácticas formativas.

Para ello, debe cumplimentar un formulario en el que quedan reflejados algunos datos referidos a la empresa o institución, persona responsable del proceso de selección, datos de la prácticas: localidad, dedicación diaria, duración prevista, bolsa económica, actividades a desarrollar, etc.

Así mismo, aporta información sobre las características que debe reunir el estudiante, tales como: estudios requeridos, número de créditos máximo para finalizar la titulación, conocimientos informáticos, idiomas, habilidades, carnet de conducir, otros estudios, etc.

Esta información, una vez procesada, se ofrece a los estudiantes en busca de prácticas, quienes pueden acceder inscribiéndose como posibles candidatos si cumplen con los requisitos establecidos.

Finalizado el plazo de inscripción a una práctica, se remiten desde el centro de estudios los currículums de los estudiantes interesados a la empresa solicitante quien, tras la realización del oportuno proceso de selección, elige a un candidato.

Dicha elección se formaliza mediante la firma de un convenio de cooperación educativa entre la empresa y la UPV, incluyéndose al estudiante en el Sistema de Seguridad Social de acuerdo con la normativa vigente (RD 592/2014 y RD 1493/2011).

## **b) Por parte del estudiante**

Todo estudiante que desee realizar prácticas externas en empresas/instituciones a través de la UPV debe reunir un mínimo de requisitos académicos:

- Estar matriculado y tener consideración de alumno de la UPV.
- En el caso de prácticas externas curriculares, estar matriculado en los créditos de prácticas correspondientes y tener aprobadas todas las asignaturas de primer curso.
- Para el caso de prácticas extracurriculares, en las titulaciones de grado el estudiante tendrá que tener aprobados como mínimo el 50% de los créditos necesarios para la consecución del título.
- No mantener ninguna relación contractual con la empresa, institución o entidad pública o privada en la que se van a realizar las prácticas.
- No haber sido sancionado por causa de extinción de la práctica.

El procedimiento a seguir por parte del estudiante sería el siguiente:

- Registrarse en el base de datos en el SIE y completar/modificar su currículum.
- Inscripción en la oferta de prácticas de su titulación de acuerdo con sus intereses.

Las Unidades de Prácticas en Empresas descentralizadas en las correspondientes Escuelas y Facultades darán traslado de los CV de los alumnos a las empresas, a petición de estas.

Posteriormente, se llevará a cabo una entrevista entre el representante de la empresa y los estudiantes seleccionados, donde se concretará el periodo de la práctica, así como, las condiciones de la misma en cuestión de jornada, horarios, duración, bolsa económica, etc.

En este punto, se debe resaltar que todas las prácticas que realicen los alumnos de la Universitat tendrán, con carácter general, bolsa económica de ayuda al estudio que correrá a cargo de la empresa o institución, según Resolución del Vicerrector de Empleo y Emprendimiento de la UPV, del 2 de octubre de 2017, por la cual se aprueba un importe mínimo (3,75 €/ hora) para los estudiantes de prácticas académicas externas.

Una vez seleccionado el estudiante, la empresa le asignará un tutor, que supervisará y orientará la actividad del alumno. El tutor deberá ser una persona vinculada a la empresa, con experiencia profesional y con los conocimientos necesarios para realizar una tutela efectiva.

No podrá coincidir con la persona que desempeña las funciones de tutor académico de la Universitat, que será una figura obligatoria en toda práctica.

Una vez alcanzado acuerdo entre el estudiante y la empresa, el alumno debe cumplimentar el convenio de cooperación educativa con la entidad colaboradora, el cual establece el marco legal de dicha colaboración y las condiciones en las que desarrollará la práctica.

En sus estipulaciones básicas o en sus anexos deberán figurar al menos:

- El proyecto formativo, acorde a las competencias definidas en la UPV para tal fin.

- Régimen de permisos a que tenga derecho el estudiante.
- El régimen de seguros tanto de accidentes, como de responsabilidad civil.
- La bolsa de ayuda económica bruta para el estudiante.
- Condiciones de rescisión anticipada de la práctica en caso de incumplimiento de sus términos por alguna de las partes.
- La protección de sus datos.
- La regulación de los eventuales conflictos surgidos en su desarrollo.
- Los términos de reconocimiento de la Universitat a la labor realizada por los tutores de la entidad colaboradora.
- Horas totales de la práctica y fechas de realización.
- Datos del alumno, empresa y tutores.

Todos los documentos de formalización de la práctica, una vez impresos, deben estar firmados y sellados por la empresa, el profesor tutor UPV y el alumno, y entregarse en la Oficina de Prácticas en Empresa del Centro donde se realicen los estudios, con 10 días de antelación antes del comienzo de la misma y 30 días si se van a realizar en el extranjero.

#### **c) Finalizado el periodo de realización de la práctica**

Finalizado el periodo de prácticas, el estudiante elaborará una memoria final en la que deben figurar, entre otros, los siguientes aspectos:

- Datos personales del estudiante.
- Entidad colaboradora donde ha realizado las prácticas y lugar de ubicación.
- Descripción concreta y detallada de las tareas, trabajos desarrollados y departamentos de la entidad a los que ha estado asignado.
- Valoración personal de las tareas desarrolladas con los conocimientos y competencias adquiridos en relación con los estudios universitarios.
- Relación de los problemas planteados y el procedimiento seguido para su resolución.
- Identificación de las aportaciones que, en materia de aprendizaje, han supuesto las prácticas.
- Evaluación de las prácticas y sugerencias de mejora.

#### **d) Evaluación de la práctica**

Elaborada la memoria final por parte del estudiante, éste deberá subirla a la herramienta informática de gestión “*Evaluación Prácticas en Empresa*”, utilizando los formularios disponibles en la web de Prácticas en Empresas del SIE.

A través de dicha herramienta informática, y tras la autoevaluación del estudiante, el tutor de la empresa emite un informe sobre la actividad desarrollada por el mismo, el cual recoge información sobre el proyecto formativo y académico así como, el grado de adquisición de diferentes competencias transversales: comprensión e integración, análisis y resolución de problemas, trabajo en equipo y liderazgo, etc.

*Prácticas formativas en la UPV: Objetivo estratégico.*

A la vista de la memoria del estudiante y de la información facilitada por el tutor de la empresa, será el tutor de la UPV quien evalúe la mismas, emitiendo igualmente un informe sobre la adecuación de las prácticas: contenido, horarios/compatibilidad, aprovechamiento, tutorización (empresa), etc. Este informe deberá remitirse a la unidad gestora de prácticas externas y pasará a formar parte del expediente del alumno.

El reconocimiento académico de las prácticas externas se realizará de acuerdo con las normas y procedimientos establecidos por la UPV, teniendo en cuenta el siguiente patrón:

Prácticas CURRICULARES:

Las prácticas curriculares se configuran como actividades académicas integrantes del PE de que se trate y tienen la duración en créditos ECTS que se establezca en el mismo, con la relación de 25 horas/1 crédito.

- Se califican cuantitativamente de acuerdo con el RD 1125/2003.
- Se reconocen académicamente por créditos ECTS (25 horas = 1 ECTS)

Prácticas EXTRACURRICULARES:

Las prácticas extracurriculares son aquéllas que los estudiantes podrán realizar con carácter voluntario durante su periodo de formación y que, aun teniendo los mismos fines que las prácticas curriculares, no forman parte del correspondiente PE.

- Se califican cualitativamente como apto/no apto.
- Se reconocen académicamente a través de una mención en el Suplemento Europeo al Título.

Una vez evaluadas las prácticas externas la Universitat emitirá, a solicitud del estudiante, un documento acreditativo de las mismas que contendrá, al menos, los siguientes aspectos:

- Titular del documento.
- Entidad colaboradora donde se realizaron las prácticas.
- Descripción de la práctica especificando su duración y fechas de realización.
- Actividades realizadas.
- Aquellos otros que la Universitat considere conveniente.

#### **e) Información y Transparencia**

La Universitat establecerá un procedimiento de difusión, solicitud y adjudicación de las prácticas externas y de apoyo a los estudiantes en la búsqueda de prácticas, debiendo garantizar, en todo caso, los principios de transparencia, publicidad, accesibilidad universal e igualdad de oportunidades.

No obstante, otorgaran prioridad al alumno que realice prácticas curriculares frente a los que soliciten prácticas extracurriculares.

La Universitat establecerá los procedimientos adecuados, que incluyen los mecanismos, instrumentos y órganos dedicados a la recogida y análisis de información sobre el desarrollo de las prácticas y la revisión de su planificación.

Por ello, la gestión de prácticas en empresas de la UPV, tanto servicios centrales del órgano gestor competente, como las oficinas de prácticas de las Escuelas y Facultades, está certificada por AENOR, de acuerdo con el sistema de gestión de calidad ISO 9001:2008.

**f) Aspectos relevantes de las prácticas formativas en la UPV**

Cabe destacar, como característica relevante de las prácticas ofertadas por la UPV a sus estudiantes, la bolsa económica de ayuda al estudio, vinculada a las mismas.

En este sentido, el artículo 8 del Reglamento sobre prácticas en empresas e instituciones de los estudiantes de la UPV, establece que *“Todas las prácticas que realicen los alumnos de la Universitat tendrán, con carácter general, bolsa económica de ayuda al estudio que correrá a cargo de la empresa o institución, salvo aquellas que previamente cuenten con la aceptación expresa de la estructura responsable de título y el visto bueno del vicerrectorado que tenga asignada la competencia en materia de Empleo”*.

Asimismo, en su art. 10.6 establece como garantía que *“El incumplimiento de las condiciones establecidas en el convenio llevará aparejada la anulación del reconocimiento a la parte incumplidora y, en su caso, las consecuencias disciplinarias que conlleve. Si el incumplimiento es el impago de la bolsa de ayuda al alumno, habiéndose cumplido las condiciones del convenio y/o anexo, según corresponda, llevará consigo la inhabilitación de la entidad colaboradora para participar en el programa de prácticas”*.

**Tabla 2. Datos nº de prácticas UPV por Centro y año**

Centro	2013	2014	2015	2016	2017
Facultad Bellas Artes	197	171	185	203	171
Escuela Politécnica Superior de Alcoy	471	503	612	659	623
Escuela Politécnica Superior de Gandía	378	312	329	338	311
Escuela Técnica Superior de Arquitectura	580	462	461	548	640
E. T. S. Ing. Agronómica y Medio Natural	576	666	758	725	705
E. T. S. Ing. Caminos, Canales y Puertos	267	374	387	432	465
Escuela Técnica Superior Ingeniería del Diseño	856	822	1.049	1.202	1.329
Escuela Técnica Superior Ingeniería de la Edificación	515	461	432	401	372
E. T. S. Ing. Geodésica, Cartográfica y Topográfica	96	92	99	76	67
Escuela Técnica Superior Ingeniería Industrial	894	1.119	1.373	1.469	1.572
E. T. S. Ingeniería Telecomunicaciones	101	161	275	351	364
Escuela Técnica Superior Ing. Informática	629	604	768	853	827
Facultad de Administración y Dirección de Empresas	555	608	634	592	567
	6.115	6.355	7.362	7.849	8.013

Fuente: Memorias Foro e<sup>2</sup> UPV

Figura 2 N° Total de Prácticas realizadas en la UPV

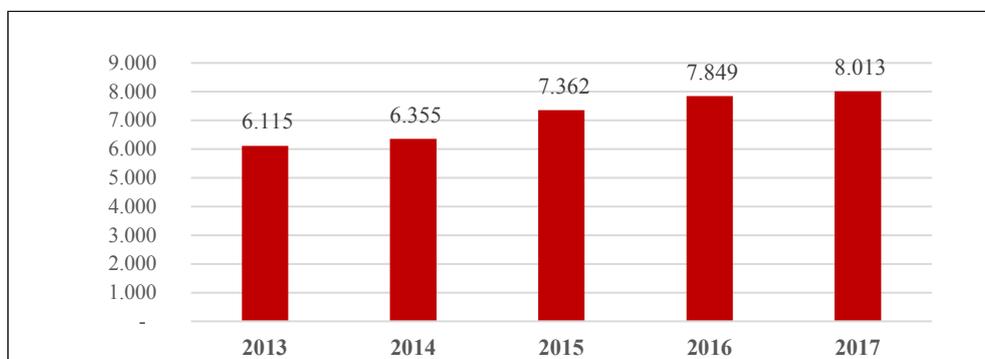
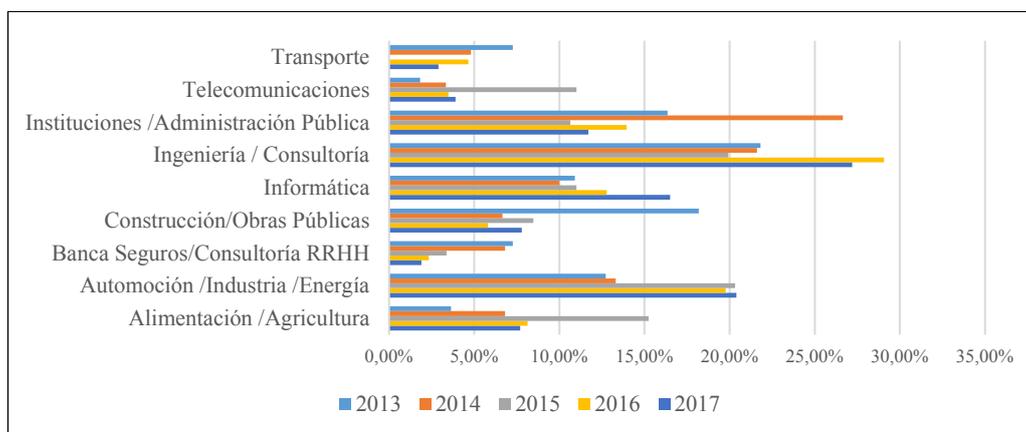


Tabla 3. Clasificación Empresas por Sector Actividad

Actividad	2013	2014	2015	2016	2017
Alimentación/Agricultura	3,64%	6,82%	15,24%	8,14%	7,70%
Automoción/Industria /Energía	12,73%	13,32%	20,32%	19,77%	20,40%
Banca Seguros/Consultoría Recursos Humanos	7,27%	6,81%	3,38%	2,33%	1,90%
Construcción/Obras Públicas	18,18%	6,66%	8,47%	5,81%	7,80%
Informática	10,91%	10,00%	11,01%	12,79%	16,50%
Ingeniería/Consultoría	21,82%	21,60%	19,93%	29,07%	27,20%
Instituciones/Administraciones Públicas	16,36%	26,65%	10,64%	13,95%	11,70%
Telecomunicación	1,82%	3,33%	11,01%	3,49%	3,90%
Transporte	7,27%	4,81%	0,00%	4,65%	2,90%

Fuente: Memorias Foro e<sup>2</sup> UPV

Figura 3: Porcentaje de participación de empresas por actividad



Realizado una análisis sobre la vinculación entre prácticas en empresas y dotación económica se han obtenido los siguientes resultados:

**Tabla 4. Porcentaje de prácticas remuneradas sobre las realizadas**

Centro	2013	2014	2015	2016	2017
Facultad Bellas Artes	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%
Escuela Politécnica Superior de Alcoy	93,00%	99,00%	98,70%	100,00%	100,00%
Escuela Politécnica Superior de Gandia	59,00%	56,00%	65,10%	99,00%	99,00%
Escuela Técnica Superior de Arquitectura	100,00%	100,00%	99,80%	100,00%	100,00%
E.T. S. Ing. Agronómica y Medio Natural	51,00%	36,00%	44,70%	72,00%	78,00%
E. T. S. Ing. Caminos, Canales y Puertos	97,00%	92,00%	93,80%	95,00%	97,00%
Escuela Técnica Superior Ingeniería del Diseño	100,00%	100,00%	99,90%	99,00%	100,00%
Escuela Técnica Superior Ingeniería de la Edificación	45,00%	51,00%	66,90%	73,00%	100,00%
E. T. S. Ing. Geodésica, Cartográfica y Topográfica	95,00%	98,00%	97,00%	100,00%	100,00%
Escuela Técnica Superior Ingeniería Industrial	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%
E. T. S. Ingeniería Telecomunicaciones	100,00%	100,00%	99,60%	100,00%	100,00%
Escuela Técnica Superior Ing. Informática	99,00%	100,00%	99,40%	100,00%	100,00%
Facultad de Administración y Dirección de Empresas	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%
	87,62%	87,08%	89,61%	95,23%	98,00%

Fuente: Servicio Integrado de Empleo - UPV

Podemos destacar que el total general aumenta satisfactoriamente año tras año, estando próximo el objetivo máximo del 100% de estudiantes de practicas UPV que han percibido bolsa económica de ayuda al estudio en el año 2017. Variación 2013 vs 2017 → 10,38%

### Conclusiones

La realización de prácticas en empresas e instituciones durante los estudios, da la oportunidad a los estudiantes de combinar los conocimientos teóricos con los de contenido práctico, y de incorporarse al mundo profesional con experiencia y conocimiento de las exigencias de las relaciones laborales en el puesto de trabajo.

La UPV es una de las universidades españolas pioneras en la obligatoriedad en la remuneración de las prácticas en empresas. El análisis estadístico de los datos obtenidos a lo largo de los últimos cinco años muestra que ello, no ha supuesto una disminución en la oferta que curso tras curso realizan las Escuelas y Facultades de la Univesitat a sus estudiantes.

Esta iniciativa tiene una gran acogida por parte de los alumnos y está muy bien valorada, ya que en muchas ocasiones le supone su primer contacto real con el mundo laboral y además remunerado. Prácticamente todos ellos reconocen que haber realizado prácticas en empresa es una buena carta de presentación para el titulado que busca empleo, aunque no sea en la misma empresa donde las realizó.

*Prácticas formativas en la UPV: Objetivo estratégico.*

Por otro lado, las empresas valoran positivamente las prácticas realizadas y son reconocidas por las mismas, como el mejor proceso de selección posible. Además, se ha observado que las empresas se implican en mayor medida en el proyecto formativo de los estudiantes, ya que existe un compromiso formal a través del Convenio de Colaboración y además les supone un coste económico.

Por último, cabe resaltar que por parte de la UPV se ha hecho un gran esfuerzo por perfeccionar este procedimiento de gestión desde su inicio, en el contacto con los empleadores, y el final con la evaluación de la práctica, mediante la implementación de una aplicación informática, que facilita a todos los agentes que intervienen en el proceso su participación en el mismo.

OFERTA → SOLICITUD → ADJUDICACIÓN → REALIZACIÓN Y MEMORIA → AUTO –  
EVALUACIÓN → EVALUACIÓN (TUTOR EMPRESA) → EVALUACIÓN (TUTOR  
ACADÉMICO) → INCORPORACIÓN EXPEDIENTE ACADÉMICO.

## **Referencias**

Decreto 182/2011, de 25 de Noviembre, del Consell, por el que se aprueban los Estatutos de la UPV

Real Decreto 1791/2010, de 30 de diciembre, por el que se aprueba el Estatuto del Estudiante Universitario

Real Decreto 1493/2011 de 24 de octubre, por el que se regulan los términos y las condiciones de inclusión en el Régimen General de la Seguridad Social de las personas que participen en programas de formación

Real Decreto 592/2014, de 11 de julio, por el que se regulan las prácticas académicas externas de los estudiantes universitarios.

Reglamento sobre prácticas en empresas e instituciones de los estudiantes de la Universitat Politècnica de València (aprobado Consejo de Gobierno 28 de mayo de 2015).

UPV, Memorias Foro Empleo (2013-2017). Disponible en <http://www.upv.es>

UPV, Plan Estratégico UPV 2015 -2020. Disponible en <http://www.upv.es>



## Elaboración de “AudioSlides” para apoyo a la enseñanza en inglés en los Grados Bilingües

Espina Valdés, Rodolfo<sup>a</sup>, Gutiérrez-Trashorras, Antonio J.<sup>b</sup>; Álvarez-Álvarez, Eduardo<sup>c</sup>; Suárez-López María J.<sup>d</sup>; González-Caballín-Sánchez Juan M.<sup>e</sup>; Blanco-Marigorta Eduardo<sup>f</sup>;

Departamento de Energía, Escuela Politécnica de Ingeniería. Edificio de Energía. Universidad de Oviedo. 33204 Campus de Viesques. Gijón (Asturias) Spain. <sup>a</sup>espinarodolfo@uniovi.es <sup>b</sup>gutierrezantonio@uniovi.es <sup>c</sup>edualvarez@uniovi.es <sup>d</sup>suarezlmaria@uniovi.es; <sup>e</sup>gonzalezjuan@uniovi.es; <sup>f</sup>eblanco@uniovi.es

---

### **Resumen**

*The project consists in the realization of "AudioSlides" (videos of presentations with audio in English) of each of the topics of the subject "Thermal Engineering" of the Double Degree (Civil Engineering and Engineering of Mining and Energy Resources), besides the Degree in Engineering of the Mining and Energy Resources. The video recording time will be between 10 and 15 minutes. This type of didactic material is very useful for the students, since it gives them a global vision of the subject, emphasizing the most important and difficult aspects. The videos will be carried out by the team of teachers involved in the project, with the participation of the students enrolled.*

**Keywords:** *AudioSlides, Videos, Thermal Engineering, English, Flipped Classroom*

---

### **Resumen**

*El proyecto consiste en la realización de "AudioSlides" (videos de presentaciones con audio en inglés) de cada uno de los temas de la asignatura "Ingeniería Térmica" del Doble Grado (Ingeniería Civil e Ingeniería de los Recursos Mineros y Energéticos), además del Grado en Ingeniería de los Recursos*

*Título de la ponencia*

*Mineros y Energéticos. El intervalo de duración de los vídeos estará comprendido entre 10 y 15 minutos. Este tipo de material didáctico es muy útil para los alumnos, ya que les proporciona una visión global del tema, haciendo hincapié en los aspectos más importantes y de mayor dificultad. Los vídeos serán llevados a cabo por el equipo de profesores involucrados en el proyecto, con la participación de los alumnos matriculados.*

**Palabras clave:** *AudioSlides, Videos, Ingeniería Térmica, Inglés, Flipped Classroom.*

## **Introducción**

Las “AudioSlides” son una herramienta innovadora para la didáctica. Se trata de presentaciones cortas con audio en inglés presentadas en formato video y cuyo contenido resume de manera breve y clara los principales conceptos de la asignatura. En este caso se trata de la asignatura “Ingeniería Térmica” se imparte en el Doble Grado (Ingeniería Civil e Ingeniería de los Recursos Mineros y Energéticos) y también en el Grado en Ingeniería de los Recursos Mineros y Energéticos de la Escuela Politécnica de Mieres, perteneciente a la Universidad de Oviedo. Dicha asignatura es cuatrimestral y tiene unos contenidos muy amplios, ya que comprende conceptos de Termodinámica de gases ideales y sustancias puras, aplicaciones a equipos y ciclos industriales, así como mecanismos básicos y combinados de transmisión de calor. Esta materia, además de ser extensa, requiere la comprensión y aplicación de muchos conceptos de relativa complejidad. Por otro lado, los alumnos tienen la posibilidad de cursarla en inglés, lo cual supone un “plus” de dificultad para los no nativos de habla inglesa. En consecuencia, resultaría muy útil para los estudiantes del grupo bilingüe disponer de material audiovisual de corta duración que expliquen los conceptos de cada lección de manera resumida pero clara y poniendo mayor énfasis en las partes de mayor dificultad. Estos vídeos estarán disponibles en el curso Moodle de la asignatura. De esta forma, podrán visionar los vídeos tantas veces como necesiten y mejorar la comprensión de los conceptos y la terminología en inglés. En este proyecto se elaboran “AudioSlides” en inglés de cada una de las 11 lecciones que se imparten en la asignatura. Este material pretende proporcionar una herramienta útil para la impartición de la asignatura en modo “Flipped Classroom” en los cursos venideros. Es un modelo pedagógico que plantea la necesidad de transferir parte del proceso de enseñanza y aprendizaje fuera del aula con el fin de utilizar el tiempo de clase para el desarrollo de procesos cognitivos de mayor complejidad que favorezcan el aprendizaje significativo. En mayor detalle la Red de Aprendizaje Invertido (Flipped Learning Network, FLN) lo define como: «un enfoque pedagógico en el que la instrucción directa se desplaza de la dimensión del aprendizaje grupal a la dimensión del aprendizaje individual, transformándose el espacio grupal restante en un ambiente de aprendizaje dinámico e interactivo en

el que el facilitador guía a los estudiantes en la aplicación de los conceptos y en su involucramiento creativo con el contenido del curso.

En la citada asignatura se creó un foro en inglés, donde los alumnos pueden compartir información, opinar o plantear dudas a los profesores. De esta manera se fomenta su trabajo en equipo, aumentará el grado de participación y la necesidad de coordinarse con el profesorado, permitiéndoles involucrarse y aprender a manejar las herramientas tecnológicas utilizadas. En este proyecto participan profesores de tres Áreas de conocimiento del Departamento de Energía de la Universidad de Oviedo, que deberán coordinarse entre sí, utilizando también las nuevas tecnologías de comunicación. Se dispone de material docente en el campus virtual que se utilizará en las clases expositivas y los estudiantes deberán usarlo vía Web para fomentar el trabajo autónomo. Los alumnos deberán elaborar alguno de los videos con la ayuda de un profesor. Los videos tendrán una duración máxima de 15 minutos para fomentar la capacidad de síntesis. La elaboración de los videos en inglés fomentará la mejora de la comprensión y adquisición de conocimientos en dicho idioma, incrementando también la fluidez y la capacidad de comunicación.

### **Trabajos Relacionados**

Durante el curso académico 2016-2017 se realizó la elaboración de un vídeo en inglés, por parte de los alumnos que cursan estudios en el Doble Grado bilingüe (Ingeniería Civil y de los Recursos Mineros y Energéticos) de la Universidad de Oviedo y bajo la dirección de los profesores involucrados en el proyecto. El contenido del vídeo consistió en la realización de una práctica de laboratorio de la asignatura Ingeniería Térmica titulada: “Experimental study of a vapor-compression refrigeration cycle”.

### **Metodología**

Este tipo de recursos audiovisuales permiten integrar las TIC en el proceso de aprendizaje, así como proporcionar nuevos contenidos a los alumnos, mediante la generación de películas didácticas que ayuden a comprender mejor los fundamentos teóricos de la asignatura. Los audios en inglés permiten familiarizarse con los términos y la forma de expresarse en este idioma, lo cual es fundamental para el futuro profesional de un estudiante de ingeniería. Es una manera de que los alumnos y profesores mejoren su nivel de inglés.

Por otro lado, la Web de la Universidad de Oviedo y las redes sociales facilitan la difusión de este material a través de internet, y se puede lograr que alumnos de otros países se interesen por la realización de los estudios bilingües que se imparten en nuestra Universidad. Este proyecto fomenta el uso de bibliografía en inglés y puede despertar el interés por la participación en programas Erasmus o similares. Este material puede usarse en la enseñanza semipresencial y no presencial. El proyecto es extrapolable a múltiples asignaturas de otros estudios de Grado o Master. Se dispondrá de un buen material digital que estará disponible

### *Título de la ponencia*

para todos los alumnos y profesores. El proyecto se podrá ampliar a la realización de ejercicios y prácticas de laboratorio en cursos posteriores.

Las presentaciones en Power Point y en inglés de todos los temas de la asignatura ya se han elaborado con anterioridad, con lo que se encuentran disponibles tanto para alumnos como para profesores en el Campus Virtual desde el comienzo de la impartición de la asignatura. Cada profesor se encargará de la realización de las “AudioSlides” que se le asignen, de acuerdo con la planificación que se muestra detallada posteriormente. Para ello deberán resumir la presentación para adecuarla a una duración de entre 10 y 15 minutos, de manera que se muestre de forma concreta el contenido de la lección, tratando de explicar de la manera más clara posible las cuestiones que resulten más difíciles para los alumnos, en base a la experiencia de años anteriores. Por otro lado, se escribirá en un documento de “word” todo el texto correspondiente al audio de explicación de la presentación en ppt para generar la “AudioSlide”, que será revisado por el coordinador de la asignatura y responsable del proyecto. Se grabará un archivo de audio WMA (Windows Media Audio) o similar, y mediante la opción de insertar audio en Power point, se añadirá la pista de audio en inglés. Finalmente se grabará un video MP4 o similar de cada presentación.

Los estudiantes participan en la elaboración de una “AudioSlide”, con la ayuda del profesor encargado y siguiendo el procedimiento descrito anteriormente. No se considera necesario ningún recurso adicional, aparte de los utilizados normalmente para la asignatura, ya que el software utilizado es Power point y programas gratuitos de tratamiento de audio.

### **Resultados**

Se destaca la adquisición de 6 resultados, para cada uno de los cuales se ha definido y aplicado un indicador para cuantificar en qué medida se ha alcanzado cada uno de ellos:

- 1) Los alumnos han mejorado sus habilidades para expresar y comprender conceptos en inglés, así como que aprendan a generar y manejar materiales audiovisuales incluyendo presentaciones. De la misma manera han potenciado la creatividad y sus habilidades mediáticas.

Para la comprobación de este resultado se ha utilizado el indicador denominado: “Capacidad de transmitir y manejar las tecnologías aplicadas”. Se cuantificó mediante el porcentaje de alumnos que obtienen la calificación mayor o igual a 7 sobre 10, en la nota obtenida por cada alumno en el video elaborado. Dicha nota será la media ponderada de dos calificaciones: la que le asigne el profesor con el que realizaron el video, en función de su participación en el proceso de elaboración (60%) y la que se le asigne al evaluar su participación en el montaje final del video (40%). Se considerará que se ha obtenido un buen resultado si el indicador alcanza un valor mayor o igual al 60%.

En este caso el porcentaje fue superior al 80% y por tanto el resultado fue bueno.

- 2) Que los estudiantes mejoren su capacidad de compartir información, trabajar en equipo, involucrarse activamente en un proyecto y coordinarse con el profesorado. Indicador: Participación en el foro del proyecto. Se medirá con el porcentaje de alumnos que tiene 10 o más entradas en el foro. La entrada se considerará válida si está expresada correctamente en inglés. >60%: bueno.  
Resultado obtenido: Bueno.
- 3) Mejora del grado de satisfacción del alumno.  
Indicador: Porcentaje de alumnos que valoran la asignatura con la calificación de 7 sobre 10, o superior. Se evaluó con la calificación obtenida en un test de 10 preguntas sobre el grado de acuerdo o desacuerdo de los alumnos con la metodología docente y su participación en el proyecto. >60%: bueno.  
Resultado obtenido: Bueno.
- 4) Mejora en la comprensión y el análisis de la asignatura, fomentando el pensamiento complejo y el sentido crítico. Los contenidos audiovisuales y los gráficos facilitan una percepción más intensa de la realidad y colaboran en la creación más sencilla de las estructuras, métodos y relaciones entre distintos conceptos de los temas tratados. Indicador: porcentaje de alumnos que sobrepasan el 7 sobre 10 en la nota final. >80%: bueno.  
Resultado obtenido Bueno.
- 5) Fomento del aprovechamiento y participación del alumnado en el aula.  
Otorga a la asignatura un elemento que motiva y atrae a los estudiantes. Se capta de una manera más sencilla su interés por los contenidos audiovisuales, ya que estos facilitan la comprensión y mejoran la accesibilidad del alumno al conocimiento que se pretende transmitir. Indicador: Porcentaje de alumnos que obtienen la calificación de 7 sobre 10, o superior. Se evaluó mediante la nota media obtenida en 3 intervenciones de cada alumno que saldrá a la pizarra a resolver algún ejercicio o explicar algún concepto planteado por el profesor con antelación de al menos una semana. >60%: bueno. Resultado: Bueno
- 6) Facilita al docente la explicación de la materia y resulta una herramienta muy útil para atender a otras cuestiones específicas de la labor educativa más allá de la exposición. Indicador: Incremento de la atención personalizada en horas destinadas a la exposición. >90%. Resultado: Bueno.

## **Conclusiones**

En este documento se presentan los resultados obtenidos tras la elaboración de «AudioSlides» para apoyo a la enseñanza en inglés en Grados Bilingües. La metodología empleada, la accesibilidad a la información y a foros específicos en inglés, así como la coordinación entre profesorado y alumno, ha derivado en un elevado grado de participación activa entre los alumnos, que implica un mayor interés por la materia. Consecuentemente y tras la asimilación de conceptos de una manera más ágil, se obtiene un ahorro en el tiempo dedicado a la exposición, donde se puede atender necesidades personales o grupales, en donde desarrollar el pensamiento crítico y profundizar en los temas fundamentales.

Tras la buena acogida al proyecto y sus excelentes resultados, se propone ampliar esta metodología a más asignaturas del Departamento, mejorando el dominio audiovisual para lograr presentaciones cada vez más profesionales.

## **Referencias**

- Agulhon R., Bassino J. P., Boniface J. C., Brechbuhler Ch., Milaire H. G., Mouchart A., Roussel C. (1980). *Protection integree du vignes*. ITV-ACTA. Ed. Issoudun. Francia I, 148 pp. II 79 pp.
- Barrios G., Castillo R., Coscolla R., Lucas A., Pérez J. L., Toledo J. coord. (1998). *Los parásitos de la vid. Estrategias de protección razonada*. MAPA-Mundi Prensa Eds. Madrid. 328 pp.
- Boudon-Padieu E., Esmenjaud D., Kreiter S., Roehrich R., Sforza R., Stockel J., Van Helden M. (2000). *Ravageurs de la vigne*. Feret Ed., Burdeos. 231 pp.
- Brunelli A., Casarini C., Cortesi P., De Sena E., Egger E., Fortusini A., Lozzi G., Mandrioli P., Minervini G., Ponti I., Vercesi A., Zerbetto F. (1987). *La difusa Della vite*. Edagricole Ed. Bolonia. Italia. 65 pp.
- Bugnon F., Bessis R. (1968). *Biologie de la vigne. Acquisitions récentes et problèmes actuels*. Masson. Ed. París. 160 pp.
- Caballero P., Ferré J., coord. (2001). *Bioinsecticidas: fundamentos y aplicaciones de Bacillus thuringiensis en el control integrado de plagas*. Phytoma-UPN Ed. Valencia. 318 pp.
- Coscolla R. (1997). *La polilla del racimo de la vid (Lobesia botrana Den y Schiff)*. Generalitat Valenciana Ed. Valencia. 613 pp.
- Crespy A. (1991). *Viticultura de hoy*. Hemisferio sur Ed. Buenos Aires. 253 pp.
- Huglin P., Schneider Ch. (1998). *Biologie et écologie de la vigne*. Lavoisier. Tec-Doc. Ed. París. Francia. 370 pp.
- Martínez R., Melgarejo P., Salazar D. M., Martínez J. J., Hernández F., Martínez R. (2001). *Prácticas integradas de viticultura*. A. Madrid. Vicente/Mundi-Prensa. Ed. Madrid. 278 pp.

- Maertens, L., Guermah, H., Trocino, A. (2014). Dehydrated chicory pulp as an alternative soluble fibre source in diets for growing rabbits. *World Rabbit Science*, 22 (2), 97-104.
- Pearson R. C., Goheen C. (1996). *Plagas y enfermedades de la vid*. Mundi-Prensa Ed. Madrid. 91 pp.
- Ruiz Castro A. (1965). *Plagas y enfermedades de la vid*. I.N.I.A. Ed. Madrid. 757 pp.
- Ruiz M. (2000). *Las variedades de la vid y la calidad de los vinos*. AMV. Mundi-Prensa Ed. Madrid. 225 pp.
- Salazar D.M., Melgarejo P. (2005). *Viticultura*. Mundi-Prensa Ed. Madrid. 325 pp.



## Effect of Industry 4.0 on Education Systems: An Outlook

Álvarez Gil, Nicolás<sup>a</sup>, Rosillo Cambor, Rafael<sup>b</sup>, Ponte Blanco, Borja<sup>c</sup>, López Brugos, José Antonio<sup>d</sup>

<sup>a</sup>Department of Business Administration, University of Oviedo (uo226901@uniovi.es), <sup>b</sup> Department of Business Administration, University of Oviedo (rosillo@uniovi.es), <sup>c</sup>Department for People and Organisations, The Open University Business School (borja.ponte-blanco@open.ac.uk), <sup>d</sup> IT Department, University of Oviedo (brugos@uniovi.es)

---

### **Abstract**

*The aim of this paper is to analyze the main changes which manufacturing industry will face in the next years and to present different ways for training and preparing the workforce with the required skills. Both external factors, such as the increase in global competitiveness and the growing demand of flexible and customized outputs over standard products, and internal factors, like the new information and processing technologies, are driving the manufacturing industry to the Fourth Industrial Revolution, as well known as Industry 4.0. The shift of paradigm which it represents will affect the factories in the technical, organizational and communication level. Consequently, the labor force should be prepare to work in this new context. Learning factories, virtual learning environments and intelligent education systems are proposed as a way to train the future workforce for the Industry 4.0 frame.*

**Keywords:** *Industry 4.0, education, learning factories, virtual learning environments, personalized-intelligent education system.*

---

### **Resumen**

*El objetivo de este artículo es analizar los principales cambios que afectarán al sector industrial en los próximos años, para posteriormente presentar diferentes métodos para educar y preparar a los futuros trabajadores con las competencias y habilidades necesarias. Factores externos como el incremento en la competitividad global y la creciente demanda de productos personalizados frente a aquellos estándares, y factores internos como las nuevas tecnologías de información y fabricación, están dirigiendo al sector de la producción hacia la Cuarta Revolución Industrial, también conocida como Industria 4.0. El*

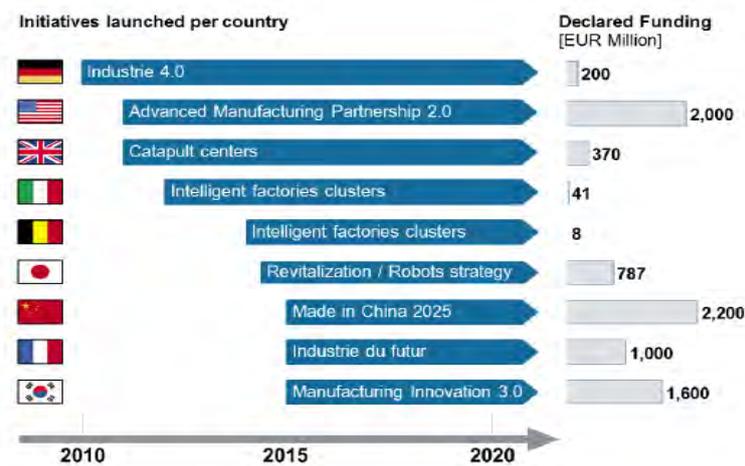
*cambio de paradigma que supone afectará a las fábricas a nivel técnico, de comunicación y organizacional. Por tanto, los trabajadores deberán estar formados y preparados para trabajar en este nuevo contexto. “Learning factories”, entornos virtuales de aprendizaje y sistemas de educación inteligentes y personalizados son presentados como potenciales métodos para entrenar a las personas para trabajar bajo el marco de la Industria 4.0.*

**Palabras clave:** *Industria 4.0, educación, learning factories, entornos virtuales de aprendizaje, sistemas de educación inteligentes personalizados*

### Introduction

Nowadays, industrial globalization leads to an increase in global competitiveness and performance (Gehrke *et al.*, 2015), where standard products have a tendency to be customized according to clients demand (Roland Berger, 2015). In addition, the reduction of carbon footprint has become another cornerstone, due to the fact that it is crucial to reduce the impact environmental disruption to which the industrial production contributes, such as global climate warming, pollution, and the consumption in nonrenewable resources (Wang *et al.*, 2015). All these factors require the implementation and integration of cutting-edge technologies in the industry in order to improve the productivity, the efficiency and become more sustainable and flexible along the whole industrial chain process.

**Figure 1. Worldwide initiatives and related investments announced**



Source: Roland Berger (2015)

The aforementioned situation drives the manufacturing industry to the Fourth Industrial Revolution, as well called as Industry 4.0. It was launched in Germany and it is part of the Federal

Government's high-tech strategy (BMBF, 2013). Furthermore, countries across the world have taken initiatives to be part of this industrial revolution, developing full-fledged national missions focused on advanced manufacturing technologies as *Advanced Manufacturing Partnership 2.0* in USA, *Revitalization and Robots Strategy* in Japan, *Industry du Futur* in France or *Made in China 2025* in China, to name a few (Roland Berger, 2015).

### **Industry 4.0**

The core idea of Industry 4.0 is to use the emerging information technologies to implement Internet of things and services. So, business process and engineering process are deeply integrated making production operate in a flexible, efficient, and green way with constantly high quality and low cost (Wang *et al.*, 2015). Thus, Industry 4.0 represent a paradigm shift from the previous era of rigid, efficiency-focused and manual manufacturing to a more dynamic, agile and automated manufacturing (Roland Berger, 2015). It also marks a shift of focus from mass production to mass customization, enabled by the increase in the flexibility of the production. Flexibility means both “the flexibility for different production quantities as well as the flexibility to produce different types or different configured products with the same production systems without or with only very short set-up times” (Simons *et al.*, 2017). Flexibility will also manifest in the ability to work remotely, which is very important regarding the transition from large-scale factories to small factories at decentralized locations (Roland Berger, 2015).

The two main forces driving the Fourth Industrial Revolution are Cyber Physical Systems (CPS) and the Internet of Things (IoT) (Gronau *et al.*, 2017). CPS has been defined as the “systems in which natural and human made systems (physical space) are tightly integrated with computation, communication and control systems (cyber space)” (Baheri *et al.*, 2015). IoT is a “self-configuring, adaptative, complex network that interconnects “things” to the Internet through the use of standard communication protocols. The interconnected things have physical or virtual representations in the digital world [...] and are uniquely identifiable” (Minerva *et al.*, 2015). These two main forces enable the horizontal and the vertical integration.

The vertical integration is the merging of planning and development with the production (Gherke *et al.*, 2015). It enables flexible and reconfigurable manufacturing systems by integrating the information of the physical world across different levels such as control, production management, manufacturing and corporate planning (Wang *et al.*, 2015). On the contrary, horizontal integration is “the interconnection and data and information exchange among departments and companies allowed by a networked production” (Gherke *et al.*, 2015). The vertical and horizontal integration is implemented by connecting the production systems with each other, so that there is a seamless data flow between all systems and even to the Internet (Simons *et al.*, 2017).

The introduction of the CPS and the IoT into the manufacturing industry, and the implementation of the horizontal and vertical integration help factories to adopt mass customization, increase the value of the products as a result of improvement in quality and flexibility, reduce lead time for prototype development, reduce delivery times and the inventory, achieve a better profitability due to reduction in labor cost and enhanced asset utilization rate which compensates for increase in automation-related depreciation (Roland Berger, 2015) and in general, be more competitive by improving their productivity and efficiency. But, in order to get those benefits of the Industry 4.0, new technologies have to be implemented in the different factories, and the labour force needs to be qualified enough to work with them.

### **Main technological changes**

As mentioned before, the implementation of CPS will require the adoption of new technologies, tools, machines and methodologies. In order to understand which new technologies and methodologies will be needed in Industry 4.0, the 5Cs CPS structure presented in Lee *et al.* (2015) will be followed. This overview will lead to define a set of qualifications and skills of the workforce that will be necessary in the future manufacturing environment.

The CPS structure proposed in Lee *et al.* (2015) consists of five levels: Smart connection, Data-to-info conversion, Cyber, Cognition and Configuration. The Smart connection level consists of seamless and tether-free methods to manage data acquisitions systems and transfer them to the central server. Proper sensors, data sources and transferring protocols will be required due to their significant impact on the performance of the CPS in the next levels and the quality and accuracy of the knowledge. The Data-to-information conversion level is where value knowledge is obtained from the collected data. Intelligent algorithms and data mining techniques are essential in the transformation of the data into knowledge. In the Cyber level is where the cyber space is created to gather all the information from every source in order to extract additional information that provides better insight over the status of individual machines by using specific analytics. The created knowledge is monitored and represented in the Cognition level to support the decision-taking and control processes. The corrective and preventive decisions conform the feedback to the physical space to make machines self-configure and self-adaptive, this part corresponds to the Configuration level. Through the five mentioned levels, all the way from the data acquisition to the value creation have been followed.

Consequently, the Industry 4.0 will provide a new ecosystem. It involves the following features: smart machines, which will coordinate manufacturing processes by themselves; service robots that will collaborate with workers on assembly lines; smart transport systems that will transfer goods from one place to another (Roland Berger, 2015); tracking and identification systems (RFID, DMSs, etc.) which will allow to identify the product individually and each workstation will be able to perform exactly the task required for the actual order (Simons *et al.*, 2017); intelligent sensors to acquire the data and actuators to implement into the physical

world the decisions taken in the cyber world (Gherke, *et al.* 2015); and intelligent assistance systems with optimized human machines interfaces which will extract data and information from the different systems, e.g. MES, ERP, machines, sensors or PLCs (Prinz *et al.*, 2017), to help the workers to make qualified decisions in a shorter time. All these features integrated with cutting-edge information technologies (Gherke *et al.*, 2015). Such deployment of a large number of sensors and networked machines produce a continuous generation of high volumes of data, known as “Big Data”, which have to be analyzed and managed through the cloud.

In addition, “all kinds of smart devices such as pads, wereables, or phones will provide the workers with the exact information they need in real time to perform their task efficiently” (Gherke *et al.*, 2015). The junction of smart devices, and 2D and 3D virtual process simulations –“simulation of the production system using digital twins” (Simons *et al.*, 2017), will allow to perform production monitoring, remote control and diagnosis.

All of these advancements in the technological level will require qualified and high skilled workers in order to improve the productivity and the efficiency of the factory. In addition, it will change the organization and structure of the companies, the working environment and the way the intraorganizational and interorganizational cooperation is carried out. As a result, these factors will affect too the tasks and the required abilities of the labor force (Gehrke *et al.*, 2015).

### **Future tasks and required skills**

Windelband (2014) characterizes two scenarios regarding the role of people in Industry 4.0. In one scenario the IT systems are the ones who make decisions and control processes, limiting the men performance to manual labor. In the other scenario people use digital systems as an aid, in order to make profound decisions in a complex environment and then control processes using autonomously operating systems. In a similar way, Roland Berger (2015) mentioned two schools of thoughts that have emanated in expert discussion regarding the impact of Industry 4.0 on jobs. On the one hand, a number of experts believe that use of automation and robots in the shop floor associated with Industry 4.0 will act as a replacement for labor. On the other hand, some experts believe that Industry 4.0 technologies will result in an increase in employment because there will be a need for rising capacity in relation with the growth in the demand for quality products. There is no doubt that certain low-skilled jobs will be dismissed, although high skilled jobs will be created (Roland Berger, 2015).

Before going deeply in the definition of the tasks the humans will have to perform in the future industry, the skills and qualifications that will be needed and new educational training methods for actual and future workers, it is important to clarify that authors are in the school of thought that thinks new technologies will be used as an aid, and high skilled jobs will be created according to that. Indeed, human employees remain the decisive critical success factor (Schirner *et al.*, 2013).

In accordance with Gehrke *et al.* (2015), the new tools, machines and technologies will affect the tasks the workers perform in a factory. Moreover, these new technologies will change the factories structure and organization, the working environment and the way they cooperate. The robots and smart machines will perform the monotonous, ergonomic and manual tasks, so the humans workforce will be release to perform more qualified work like control and supervision of processes (Gehrke *et al.*, 2015). In order to perform that qualified and complex work, the labor force will have to work in teams and collaborate with other workers from others factories or decentralized control centers. Furthermore, it has to cooperate with other workers of the same factory through communication and information networks and in virtual worlds (Richert *et al.*, 2016), with robots and machines, and with intelligent assistance systems which will compensate the lack of knowledge of the employees providing the exact data and information required (Prinz *et al.*, 2017) and efficiently support the humans, the ones in charged to take the final decisions. In addition, the huge amount of data gathered from the smart machines and sensors will have to be managed by using intelligent algorithms, data mining techniques and Artificial Intelligence (A.I). These data and information must be stored in the cloud in a secure way.

**Table 1. Qualifications and Skills of workers in a Factory of the future**

		Must...	Should...	Could...
		... be included in the skillset of the skilled labor of the future		
Technical Q&S	IT knowledge and abilities		Knowledge Management	Computer programming/coding abilities
	Data and information processing and analytics		Interdisciplinary/generic knowledge about technologies and organizations	Specialized knowledge about technologies
	Statistical Knowledge		Specialized knowledge of manufacturing activities and processes	Awareness for ergonomics
	Organizational and processual understanding		Awareness for IT security and data protection	Understanding of legal affairs
	Ability to interact with modern interfaces (human-machine / human-robot)			
Personal Q&S	Self- and time management		Trust in new technologies	
	Adaptability and ability to change		Mindset for continuous improvement and lifelong learning	
	Team work abilities			
	Social skills			
	Communication skills			

Source: Gehrke *et al.* (2015)

Thus, the workers will have to develop competences like team working abilities, communication skills, knowledge about manufacturing processes, ability to interact with modern interfaces (human-machine/human-robot), IT knowledge and abilities, data and information processing and analytics skills and awareness for IT security and data protection, to name a few (Table 1) (Gehrke *et al.*, 2015).

The aforementioned technological changes should and will proceed jointly with a significant change in organization and structure (Gehrke *et al.*, 2015). The organization structure of the future manufacturing plants will become more flat, flexible, decentralized and changeable (Roland Berger, 2015). This is due to the fact that the introduction of new technologies will enrich all jobs of skilled labor with larger responsibility and more decision power (Gerhke *et al.*, 2015). Furthermore, the introduction of IT communication technologies that allows data and information flow, the use of smart devices and the interaction in virtual environments (Richert *et al.*, 2016) will make obsolete to stand at one specific production station (Gehrke *et al.*, 2015).

All of these changes in the technical level, the organization and structure, the working environment and in the way the cooperation and communication are carried out induce that being and expert or specialist on certain subjects become less important than the ability of global thinking, interdisciplinarity knowledge and an holistic understanding of organizations (Richert *et al.*, 2016). Thus, “Industry 4.0 creates a need for many new cross-functional roles for which workers will need both information technology and production knowledge [...] and this scenario would necessitate new formats for teaching and learning” (Sackey *et al.*, 2017).

### **Towards new educational methods**

The main qualifications and skills that are mediated in a classical technical apprenticeship of today, such as the “basic knowledge about material or metal processing, will remain in the core of the skilled labor education” (Gehrke *et al.*, 2015). But, in the other side “an interdisciplinary understanding of systems, production processes, automation technology, information technology, ergonomic principles, knowledge of business processes and skills for cooperation and communication in interdisciplinary groups are of critical importance in the future manufacturing industry” (Simons *et al.*, 2017). Consequently, these new required skills have to be achieved in addition to the ones required in the present factories so that the employees and engineers have a holistic perspective on complex systems.

Unfortunately, the interdisciplinary and the holistic approach required by the Industry 4.0 scenario are not learned by classical lectures and internships (Faller *et al.*, 2015). This means that universities and other education centers should change the way they implement teaching and learning methods. A way for doing that and for educating the future workers with the aforementioned required skills and qualifications is the problem-based or project-based learning in learning factories.

Problem-based learning is defined as a student-centered pedagogy, in which students work on real-world problems in relation with their working field (Simons *et al.*, 2017). The students shall “learn by doing”, and the teacher should be a “guide-on-the-side” instead of being the center of the educational process. Problem-based learning emphasizes on multidisciplinary, collaboration and group work (Harmer, 2014), skills with high importance in the

future manufacturing scenario. “Project-based learning is based in the same features as problem-based learning but also focusing on project planning and project managing, as well on presentation and documentation” (Simons *et al.*, 2017). Thus, these two learning methods have a great potential in developing the skills and qualifications required by the Industry 4.0 scenario. Specially, if they are implemented in the learning factories.

Learning factories are “learning environments in which participants are trained by the usage of simulated real production processes, which are as realistically and authentically as possible” (Abele *et al.*, 2008). A learning factory offers learners the opportunity to implement process improvements and to see the results immediately. Its main aim is to bring the real world into the education environment by providing students with practical hands-on experience through real-life projects (Sackey *et al.*, 2017). Other goal of a learning factory is effective competency developments in enabling users to master complex and unfamiliar situations (Abele *et al.*, 2015).

In Abele *et al.* (2008), two main types of learning factories are identified, among others: physical learning factories which provide a real value chain for a physical product on-site (Sackley *et al.*, 2017), and virtual learning factories which offer advantages of scalability, location independence and a widened scope of the problems to be addressed, but are less hands-on (Sackey *et al.*, 2017).

So, learning factories have a huge potential in developing the skills of the workers, engineers and labor force of the future factories. But, in order to do that, “it is important that the learning factories have the same key features than an Industry 4.0 system: modularity of structure, for increased flexibility; interoperability, whereby entities communicate seamlessly with each other; virtualization, with a strong emphasis on simulation and decentralized decision-making; and real-time capability, for quick response and service orientation” (Sackley *et al.*, 2017).

The use of learning factories as a way for training and for educating the future workers of Industry 4.0 is not far from reality or an initiative to be implemented in the future. Nowadays real learning factories are already developed and they are being used for this purpose with excellent results. One example is the AutFab presented in Simons *et al.* (2017). The AutFab is a holistic fully automated Industry 4.0 learning factory. It covers most aspects of Industry 4.0 and was established by the faculty of Electrical Engineering and Information Technology and the faculty of Mathematics and Natural Sciences of the University of Applied Sciences Darmstadt. Problem-based and project-based learning methods are put into practice in the AutFab, in order to make the students acquire an interdisciplinary knowledge and collaboration. The students learn a wide variety of key technologies and methods for their later work. They claimed to be extremely motivated and “infected” by the fascination of the used technology. Other examples are the IoT laboratory “Application Center Industry 4.0” (ACI), which comprises a hybrid simulation environment combining the benefits of virtual and

hardware simulation and components in order to design or analyze industrial manufacturing processes or value-adding networks (Gronau *et al.*, 2017), and the Industry 4.0 Learning Factory invented at the campus Velbert/Heiligenhaus of the Bochum University of Applied Sciences, where the processes at the shop floor level are integrated to the top floor level and real-time supply chain information is provided, in order to enable a practice education of the students on the one hand and continues training professionals on the other (Faller *et al.*, 2015).

Therefore, is crucial that the universities and other education centers change their teaching and learning methods for preparing their students to their future working scenario in the manufacturing industry by applying problem-based and project-based learning methods in learning factories. But before, a didactic concept for a learning factory that specifies what is to be learnt, how it is to be learnt and by whom it will be learnt is required (Abele *et al.*, 2015). In Sackely *et al.* (2017) an approach to a didactic concept and didactic design parameters for industrial engineering 4.0 learning factory is presented.

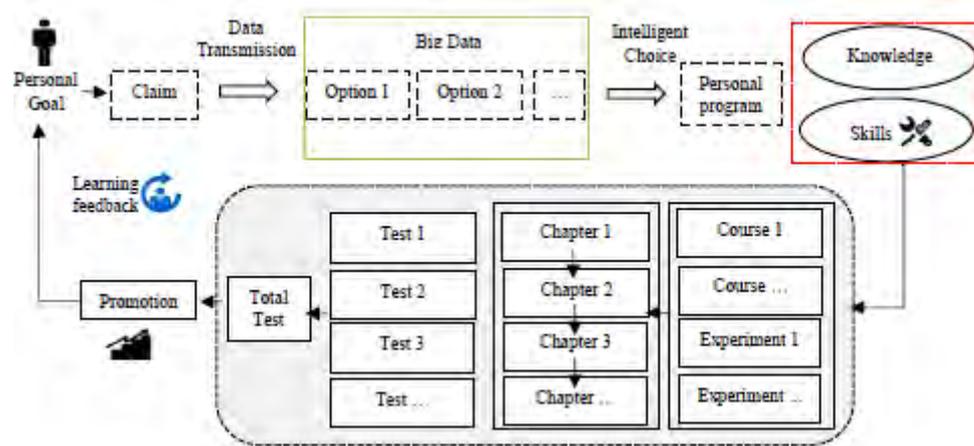
The need for a significant economic investment and the complex process of defining the learning objectives are two difficulties that the universities will face if they want to implement a learning factory. Therefore, it is important that universities, education and research centers collaborate together and with real-world industries. The real-world companies have to be involved in the educational process. Firstly, financial aid needs to be provided. Secondly, concrete skills definition must be established. In consequence, they will be benefited if most high-skilled students are educated. In ACI, within mutual dialogues between enterprise, employee representatives and learning factory representatives, content-related focuses, learning environments and teaching formats are carved out (Gornau *et al.*, 2017). Thereby, requirements and suggestions can be identified which are not necessarily solely competence related, but also regarding enterprise processes changes (Gronau *et al.*, 2017). In addition, if some universities do not have enough economic resources to implement a learning factory, they can work together and develop a virtual learning factory and gain benefits from the advantages it offers as location-independence. So, students from different universities will be able to work with the same virtual learning factory, share their experience, and acquire knowledge.

Another way for strengthening the education of competencies and qualifications which help to tackle the challenges of Industry 4.0, such as interdisciplinary collaboration and complex problem solving within changing and anonymous teams in virtual worlds, creative problem solving and hands-on experience, is the Virtual Learning Environments (VLEs) (Richert *et al.*, 2016). The technological advances that constitute Industry 4.0 induce that working in virtual environments with hybrid human-robots-teams spread all over the world become more and more common (Richert *et al.*, 2016), because parts of the value chain will be operated and maintained fully remotely or on the basis of virtualized processes (Kagermann, 2013)

and due to the higher degree of globalization. So, as it was mentioned before, these changes make that a different skillset is demanded, an a good way to deliver the proper educational settings is the VLEs. “The virtual environments will have a unique ability to alter the social dynamics of learning environments via transformed social interaction and they allow the students to train in a broad variety of domains for creative problem solving” (Richert *et al.*, 2016). In addition, via VLEs the students can train in scenarios that would be impossible in the real-world due to danger or economic reasons (Richert *et al.*, 2016).

Although the use of VLEs in higher education have increased in recent years, empirical analysis about the impact, advantages and disadvantages of the introduction of VLE into the learning processes are needed. Richert *et al.* (2016) conducted empirical studies about the adaptation and perspective of trainers within the virtual world and about the student’s behavior while collaborating in problem-solving processes in VLEs. They conclude that it have a huge potential in developing the Industry 4.0 required skills like problem solving within interdisciplinary teamworks, and that “trainers will have to be able to prepare VLEs as another teaching and learning tools” (Richert *et al.*, 2016).

Figure 3. The Relationship of Promotion Process



Source: Wu *et al.* (2016)

Even though learning factories and VLEs should be used as methods to develop the future manufacturing workforce skills, maybe it is not enough. Wu *et al.* (2017) suggest that the change in the education must be wider, and new techniques as Artificial Intelligence, Big Data and network systems should be applied into the future education mode. Chinese education is shifting in that way (Lou, 2016). Wu *et al.* (2017) present that, due to the variety in the students interests and goals, capacities and learning abilities, a personalized education system is needed. A personalized education system can be achieved using new technologies, online learning platforms and intelligence guidance systems. So, the students will be provided

with personalized education programs with specific courses and learning methods, material, reference books, teaching videos and experimental questions and contests through the network self-learning, such as cloud classroom, mobiles phones, distance learning and online learning. Then, they will receive feedback about their progress after a period of study and testing, and be recommended with next stages of the learning program in order to be promoted (Figure 2). With a personalized education system the personal learning efficiency will be maximized (Wu *et al.* , 2017). In the same way Industry 4.0 is inducing the manufacturing industries from mass production to mass customization, education must shift from mass education to customized education.

## Conclusions

The new paradigm that Industry 4.0 represents and its associated technological and organizational changes induce that the education of future engineers and workforce needs to change jointly. New skills, competencies and qualifications such interdisciplinary knowledge and collaboration are required for achieving a successful implementation of Industry 4.0. In order to develop the needed skillset, problem-based and project-based learning methods in learning factories and the VLEs should be integrated into the educations systems due to its huge benefits and potential in training the workforce for the future manufacturing scenario. Nevertheless, education must change more drastically from the bottom by introducing new technologies and techniques, such as A.I, information networks and cloud computing, in order to provide the students with personalized education programs and thus maximize the efficiency of their learning process.

But before, is important to specify what it is to be learnt, how it is to be learnt and by whom it will be learnt, and in this process academic centers, governments and companies must work together. More research about new methods of training and education to prepare the students for their future working scenarios should be conducted, analyzing their potential benefits and barriers of implementation. But nowadays, it is evident that a life-long learning mindset and the ability to adapt to changes are crucial requirements for the future labor force.

## References

- Abele E., Eichhor, N. (2008). *Process Learning Factory- Training students and management for excellent production processes*. Advanced Manufacturing Systems and Technology. CISM, Udine, 63-73 pp.
- Abele E., Metternich J., Tisch M., Chryssolouris G., Sihn W., ElMaraghy H., Hummel V., Ranz F. (2015). *Learning factories for research, education, and training*. Fifth Conference on Learning Factories, *Procedia CIRP*, 32, 1-6 pp.
- Bagheri B., Yang S., Kao H., Lee J. (2015). *Cyber-Physical Systems Architecture for Self-Aware Machines in Industry 4.0 Environment*. IFAC-PapersOnLine, 48-3, 1622-1627 pp.
- Bundesministerium für Bildung und Forschung / Federal Ministry of Education and Research (BMBF). *The new High-Tech Strategy, Innovations for Germany*. Berlin, 2013. On <http://www.hightech-strategie.de/de/The-new-High-Tech-Strategy-380.php>. Last visited 4/12/2017.
- Faller C., Feldmüller D. (2015). *Industry 4.0 Learning Factory for regional SMEs*. *Procedia CIRP*, 32, 88-91 pp.

*Effect of Industry 4.0 on Education Systems: An Outlook*

- Gehrke L., Kühn A.T., Rule D., Moore P., Bellman C., Siemens S., Dawood D., Lakshmi S., Kulik J., Standley M. (2015). *A Discussion of Qualifications and Skills in the Factory of the Future: A German and American perspective*. VDI/ASME Industry 4.0 White Paper, 1-28 pp.
- Gronau N., Ullrich A., Teichmann M. (2017). *Development of the Industrial IoT Competences in the Areas of Organisation, Process, and Interaction based on the Learning Factory Concept*. *Procedia Manufacturing* 9, 254-261 pp.
- Harmer N. (2014). *The benefits and challenges of project-based learning*. School of Geography, Earth and Environmental Sciences, Plymouth.
- Kagermann H. (2013). *Recommendations for implementing the strategic initiative INDUSTRIE 4.0*. Acatech- National Academy of Science and Engineering, Frankfurt/Main, 2013.
- Lee J., Bagheri B., Kao H. A. (2015). *A cyber-physical systems architecture for industry 4.0-based manufacturing systems*. *Manufacturing Letters*, 3, 18-23 pp.
- Lee J., Ardakani H.D., Yang S., Bagheri B. (2015). *Industrial Big Data Analytics and Cyber-physical Systems for Future Maintenance & Service Innovation*. *Procedia CIRP*, 38, 3-7 pp.
- Luo Y. (2016). "Industry 4.0" is inseparable from "Education 4.0". *People Education Newspaper* (01).
- Minerva R., Biru A., Rotondi D. (2015). *Towards a definition of the Internet of Things (IoT)*. IEEE Internet Initiative, Torino, Italy.
- Prinz C., Kreimer D., Kuhlenkötter B. (2017). *Implementation of a learning environment for a Industrie 4.0 assistance system to improve the overall equipment effectiveness*. *Procedia Manufacturing*, 9, 159-166 pp.
- Richert A., Shehadeh M., Plumanns L., Groß K., Schuster K., Jeschke S. (2016). *Educating Engineers for Industry 4.0: Virtual Worlds and Human-Robot-Teams*. IEEE Global Engineering Education Conference.
- Roland Berger Consultancy (2016). *Skill Developmente for Industry 4.0*. BRICS India 2016.
- Sackey S.M., Bester A., Adams D. (2017). *Industry 4.0 learning factory didactic design parameters for industrial engineering education in South Africa*. *South African Journal of Industrial Engineering*, 28, 114-124 pp.
- Schimer G., Erdogmus D., Chowdhury K., Padir T. (2013). *The future of human-in-the-loop cyber-physical systems*. *Computer*, 46(1), 36-45 pp.
- Simons S., Abé P., Nesper S. (2017). *Learning in the AutFab – the fully automated Industrie 4.0 learning factory pf the University of Applied Sciences Darmstadt*. *Procedia Manufacturing*, 9, 81-88 pp.
- Wang S., Wan J., Li D., Zhang C. (2015). *Implementing Smart Factory of Industrie 4.0: An Outlook*. *International Journal of Distributed Sensor Networks*, 2016, 3159805.
- Windelband L. (2014). *Industrie 4.0 – Die nächste industrielle Revolution? Konsequenzen die berufliche Bildung*. 6. Engineering- und IT-Tagung, Rüsselheim.
- Wu G., Sun X. (2017). *From the Industry 4.0 to Intelligent Personalized Education Model*. *International Conference on Modern Education and Information Technology (MEIT)*, ISBN: 978-1-60595-468-4.



## Uso de simuladores y herramientas de programación para facilitar la comprensión de la operación de los sistemas eléctricos

Ruth Domínguez<sup>a</sup>, Rafael Zárate-Miñano<sup>b</sup>, Miguel Carrión<sup>a</sup>

<sup>a</sup>Escuela de Ingeniería Industrial de Toledo, ([Ruth.Dominguez@uclm.es](mailto:Ruth.Dominguez@uclm.es), [Miguel.Carrión@uclm.es](mailto:Miguel.Carrión@uclm.es)),

<sup>b</sup>Escuela de Ingeniería Minera e Industrial de Almadén, ([Rafael.Zarate@uclm.es](mailto:Rafael.Zarate@uclm.es))

---

### **Abstract**

*Electrical engineers must be able to develop and use computational tools for the planning, operation, and reliability analysis of power systems. On the basis of active teaching methodologies, this paper proposes two practical activities in which the students will elaborate their own programming code to solve two basic problems related to power system operations, namely, the power flow problem and the fault analysis. Both activities include the use of commercial power system simulators for comparison purposes. The use of these kinds of simulators increases the autonomy of the students in the implementation of the mathematical algorithm since the simulator allows them to know the actual solution of the problem in advance. The objective of the proposed activities is twofold: first, better understanding of the operation of realistic power systems; and second, the development of programming skills.*

**Keywords:** *Active teaching methodologies, computational tools, power system analysis, programming skills.*

---

### **Resumen**

*Los ingenieros eléctricos deben ser capaces de desarrollar y utilizar herramientas computacionales para la planificación, operación, y análisis de fiabilidad de los sistemas de energía eléctrica. Tomando como base las metodologías activas de enseñanza, este artículo propone dos actividades prácticas en las que los estudiantes han de elaborar su propio código de programación para resolver dos problemas básicos relacionados con la operación de los sistemas de energía eléctrica: el flujo de cargas, y el análisis de faltas. Ambas actividades incluyen el uso de simuladores comerciales de sistemas de energía*

*eléctrica que se utilizarán para el contraste de resultados. La utilización de este tipo de simuladores amplía la autonomía de los estudiantes en lo que se refiere a la implementación de algoritmos matemáticos ya que el simulador les permite conocer de antemano la solución del problema a resolver. El objetivo de las actividades propuestas es doble: primero, la mejor comprensión de la operación de los sistemas de energía eléctrica; y segundo, el desarrollo de sus habilidades de programación.*

**Palabras clave:** *Metodologías activas de enseñanza, herramientas computacionales, análisis de sistemas de energía eléctrica, habilidades de programación.*

## **1. Introducción**

La metodología de enseñanza que se ha aplicado tradicionalmente a los estudiantes de grado ha consistido en clases magistrales en las que la participación de los estudiantes era escasa. Sin embargo, diferentes experiencias relacionadas con metodologías activas de enseñanza sugieren la conveniencia de incrementar la participación de los estudiantes mediante el planteamiento de problemas para resolver en clase [1, 2]. De esta forma, los estudiantes aprenden conceptos teóricos a la vez que desarrollan sus habilidades computacionales, comunicativas, y/o de trabajo en equipo.

Por otro lado, la facilidad de acceso a equipos informáticos, junto a su desarrollo, ha llevado a un uso cada vez mayor de herramientas computacionales para la resolución de problemas ingenieriles en el contexto de la enseñanza. De hecho, problemas de tamaño real no podrían resolverse sin el uso de herramientas computacionales. Por tanto, es importante para los estudiantes conocer cómo se resuelven dichos problemas en la práctica.

El objetivo de este artículo es describir dos actividades prácticas diseñadas para motivar a los estudiantes de la asignatura de Instalaciones Eléctricas de Alta Tensión del Grado en Ingeniería Eléctrica a desarrollar sus propias herramientas matemáticas para el análisis de sistemas de energía eléctrica. En concreto, se utilizan modelos de programación matemática y software comercial de simulación para resolver el problema del flujo de cargas y el análisis de faltas, dos de los estudios básicos que se han de llevar a cabo en el ámbito de los sistemas de energía eléctrica. El problema del flujo de cargas simula el estado del sistema en un momento dado y se utiliza tanto para labores de planificación como de operación. Por su parte, el análisis de faltas permite el dimensionamiento de las protecciones del sistema con el objetivo de eliminar, lo antes posible, los efectos negativos de las averías en los diferentes componentes.

## **2. Actividades prácticas propuestas**

Los problemas que se han de resolver en las actividades están basados en [3] y [4].

## 2.1 Práctica 1: El problema del flujo de cargas

El objetivo de esta práctica es comprender los fundamentos del problema del flujo de cargas y desarrollar habilidades computacionales para resolverlo.

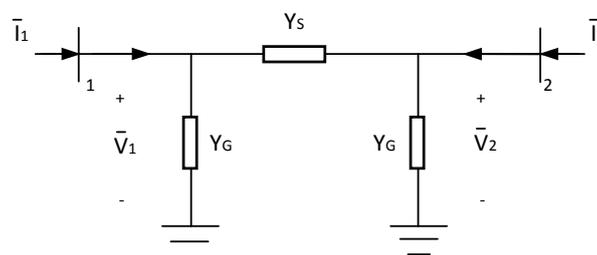
### 2.1.1 Introducción teórica

Los sistemas de energía eléctrica se representan habitualmente por un conjunto de nudos (puntos de interconexión de la red) conectados por líneas eléctricas. A estos nudos se conectan tanto los generadores como las cargas del sistema. Conocido el valor de la potencia que producen las unidades de generación y la que se consume en cada nudo, el problema del flujo de cargas consiste en calcular el valor de la tensión en cada nudo de la red, u el valor del flujo de potencia a través de las líneas de la red. Dicho cálculo se lleva a cabo mediante la resolución de un sistema de ecuaciones no lineales. En otras palabras, resolver el problema del flujo de cargas equivale a identificar los valores de las magnitudes eléctricas básicas del sistema en un momento determinado. Este problema sirve de base a otros análisis más complejos, como la estimación de estado o los análisis de seguridad, y también es fundamental en la operación y estudios de expansión de los sistemas de energía eléctrica.

Dado que el problema resultante es no lineal y, por tanto, complejo de resolver, se hace necesaria la aplicación de técnicas iterativas con las que se obtienen soluciones aproximadas. Cuanto mayor es el tamaño de la red, mayor es la necesidad de utilizar técnicas iterativas eficientes. Por tanto, dependiendo del tamaño de la red y los requisitos del análisis que se ha de efectuar, habrá que llegar a un compromiso entre precisión y tiempo de ejecución.

Para derivar las ecuaciones que describen el problema del flujo de cargas, se parte del modelo en  $\pi$  de las líneas eléctricas. En la Fig. 1, una línea eléctrica conecta los nudos 1 y 2. Los parámetros  $Y_S$  y  $Y_G$  representan, respectivamente, la admitancia serie y la mitad de la admitancia paralelo de la línea. Los fasores  $\bar{V}_i$  y  $\bar{I}_i$  ( $i=1,2$ ), representan la tensión y la corriente inyectada en los nudos.

Figura 1 Modelo en  $\pi$  de una línea eléctrica



El objetivo es averiguar la relación entre la potencia compleja, es decir,  $S_i = P_i + jQ_i$ , y la tensión  $\bar{V}_i = V_i \angle \delta_i$ , en cada nudo  $i$  de la red. Para ello, se aplican las leyes de Kirchoff, resultando las siguientes expresiones:

$$\bar{I}_i = \bar{V}_i Y_G + (\bar{V}_i - \bar{V}_k) Y_S, \quad \forall i, \quad (1)$$

siendo  $k$  el nudo que conecta la línea con el nudo  $i$ . Para facilitar el cálculo de estas ecuaciones, se describe la ecuación (1) en forma matricial de la siguiente forma:

$$\begin{bmatrix} \bar{I}_i \\ \bar{I}_k \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} Y_G + Y_S & -Y_S \\ -Y_S & Y_G + Y_S \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \bar{V}_i \\ \bar{V}_k \end{bmatrix} = Y_{bus} \begin{bmatrix} \bar{V}_i \\ \bar{V}_k \end{bmatrix} \quad (2)$$

De la ecuación (2) se deriva el cálculo de los elementos de la matriz de admitancias  $Y_{bus}$ . Los elementos de la diagonal,  $Y_{ii}$ , son la suma algebraica de todas las admitancias conectadas al nudo  $i$ , mientras que el resto de los elementos de la matriz,  $Y_{ik}$  e  $Y_{ki}$ , son la suma, cambiada de signo, de todas las admitancias conectadas entre los nudos  $i$  y  $k$ . Nótese que la matriz  $Y_{bus}$  es simétrica. Por otro lado, la potencia compleja se puede expresar en función de la tensión y la corriente de la siguiente forma:

$$S_i = P_i + jQ_i = \bar{V}_i \bar{I}_i^*, \quad \forall i \quad (3)$$

Sustituyendo (1) en (3) y aplicando transformaciones matemáticas básicas, se obtienen las ecuaciones (4) y (5) que representan, respectivamente, las potencias activa y reactiva inyectadas en cada nudo, y que constituyen el conjunto de ecuaciones no lineales que definen el problema del flujo de cargas:

$$P_i = V_i \sum_{k=1}^N V_k (G_{ik} \cos \delta_{ik} + B_{ik} \sin \delta_{ik}), \quad \forall i \quad (4)$$

$$Q_i = V_i \sum_{k=1}^N V_k (G_{ik} \sin \delta_{ik} - B_{ik} \cos \delta_{ik}), \quad \forall i \quad (5)$$

donde  $Y_{ik} = G_{ik} + jB_{ik}$  y  $\delta_{ik} = \delta_i - \delta_k$ . Para completar la formulación final del problema, los nudos del sistema se clasifican en tres tipos:

- **Nudo de generación o PV**, al cual está conectado un generador. En este tipo de nudos, se conocen la potencia activa inyectada y la amplitud de la tensión.
- **Nudo de carga o PQ**, en el que se localiza la carga, pero no hay generadores conectados. En estos nudos se conoce tanto la potencia activa como la reactiva de la carga.
- **Nudo slack**, en el que hay un generador conectado. Este nudo es único en el sistema y la potencia que se genera en él incluye las pérdidas del sistema. Lo habitual en la práctica es elegir este nudo como nudo de referencia de fases, es decir, la fase de tensión en este nudo se fija a cero. Además, la amplitud de su tensión es conocida.

Debido a que las ecuaciones (4) y (5) no son lineales, es necesario aplicar técnicas iterativas para resolver el problema. Los métodos que se aplican habitualmente son los siguientes: Gauss-Seidel (GS), Newton-Raphson (NR), Descoplado rápido (DR) y Flujo de cargas en continua (DC).

### 2.1.2 Enunciado del problema

Dados los valores de la potencia activa y de la amplitud de la tensión en los nudos de generación, y de la potencia activa y reactiva en los nudos de carga, formular el problema del flujo de cargas para el sistema de la Fig. 2. La Tabla 1 recoge los datos de entrada de dicho sistema. Obtener los valores de las variables de estado en todos los nudos de la red, así como el flujo de potencia a través de las líneas. Para ello, aplicar los métodos de GS, NR, DR, y DC, y comparar los resultados. Utilizar Matlab [5] para implementar los algoritmos. Además, utilizar PowerWorld [6] para resolver el problema del flujo de cargas, utilizando los resultados obtenidos como referencia para los métodos iterativos.

Figura 2 Esquema del sistema eléctrico para el problema del flujo de cargas

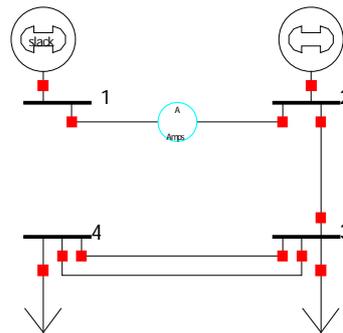


Tabla 1. Datos de entrada del sistema

Nudo	$V_i$ [p.u.]	$P_i / Q_i$ [p.u.]	Line (origen/destino)	Impedancia [p.u.]
1	1.1	-	1-2	$0.01 + j0.02$
2	1.1	$P_2=3.0$	2-3	$0.01 + j0.03$
3	-	$P_3=4.0 / Q_3=1.0$	3-4	$0.01 + j0.03$ (cada)
4	-	$P_4=2.0 / Q_4=0.8$		

Este ejercicio se puede llevar a cabo en grupos de dos o tres estudiantes. El informe que ha de elaborar cada el grupo debe incluir, al menos, lo siguiente:

- Matriz de admitancias y, para cada nudo, indicar su tipo.
- Para cada método de solución, enumerar los pasos seguidos en el proceso iterativo.
- Resultados del flujo de cargas: número de iteraciones, potencia compleja y tensión en cada nudo, flujo de potencia y pérdidas en cada línea del sistema.
- Tabla comparando los resultados obtenidos con cada método.
- En cada iteración del método GS: para cada nudo PQ, incluir la ecuación de tensión; para cada nudo PV, incluir las ecuaciones de potencia reactiva y fase de tensión. Además, incluir el código generado para Matlab.
- En cada iteración del método NR: mostrar la matriz Jacobiana.
- Para el método DC: incluir el sistema de ecuaciones

## **2.2 Práctica 2: Análisis de faltas**

El objetivo de esta práctica es que el alumno aplique la teoría de circuitos y sus fundamentos matemáticos para la ejecución del análisis de faltas con herramientas computacionales.

### **2.2.1 Introducción teórica**

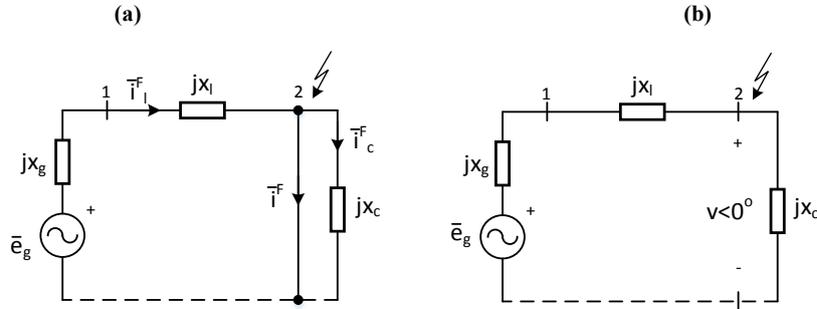
Una falta hace referencia al efecto que provoca en el sistema eléctrico una perturbación o el fallo de alguno de sus elementos. Es importante realizar un análisis de faltas porque se requiere mantener un nivel de calidad adecuado en el suministro eléctrico y para ello, es necesario mitigar las posibles faltas en el sistema lo antes posible para así reducir al mínimo los cortes en el suministro. El análisis de faltas permite a los ingenieros eléctricos dimensionar correctamente los elementos de protección y corte del sistema.

Tras una falta, se produce una corriente muy elevada en condiciones o no de balance. Debido a su exposición a las condiciones meteorológicas y a otros elementos externos, los fallos se producen de forma más frecuente en las líneas de transmisión. Existen cuatro tipos de faltas, que son: falta de fase a tierra (FT), falta bifásica (FF), falta bifásica a tierra (FFT) y falta trifásica equilibrada (3F). El tipo de falta más común es la FT y la menos común es la 3F, aunque ésta causa las corrientes de falta más elevadas. A continuación se describen las características del análisis de faltas equilibradas y del análisis de faltas desequilibradas.

#### ***Faltas equilibradas***

La ventaja de analizar una falta trifásica equilibrada es que podemos utilizar el circuito monofásico equivalente del sistema para calcular la corriente de falta. La Fig. 3 representa un sistema sencillo con dos nudos conectados a través de una línea de transmisión, que conecta un generador y una carga.

Figura 3 Representación de una falta en un circuito monofásico equivalente.



Como se representa en la Fig. 3 (a), si se produce una falta en el nudo 2, este nudo se conecta a tierra y se genera una corriente de falta  $\bar{i}^F$ . En circuitos sencillos como éste, podemos definir directamente el valor de las corrientes resultantes como sigue:

$$\bar{i}^F = \bar{i}_l^F = -jv \frac{x_c + x_g + x_l}{x_c(x_g + x_l)} ; \quad \bar{i}_c^F = 0 \quad (6)$$

siendo  $\bar{i}_l^F$  e  $\bar{i}_c^F$  las corrientes tras la falta a través de la línea de transmisión y la carga, respectivamente, y  $v$  el módulo de la tensión inicial en el nudo de la falta.

Este circuito también puede resolverse utilizando el teorema de Thévenin [7]. El circuito de Thévenin equivalente respecto del nudo de falta se representa en la Fig. 3(b). La impedancia de Thévenin,  $z^{Th}$ , y la tensión de Thévenin,  $\bar{e}^{Th}$ , se calculan como sigue :

$$z^{Th} = -j \frac{x_c(x_g + x_l)}{x_c + x_g + x_l} ; \quad \bar{e}^{Th} = v \angle 0^\circ \quad (7)$$

Así, la corriente de falta resulta del cociente entre la tensión y la impedancia.

Si existe un gran número de nudos en el circuito, el uso del teorema de Thévenin puede resultar en operaciones matemáticas muy complejas. Por ello, los grandes sistemas eléctricos se suelen analizar utilizando la notación matricial. En este procedimiento, todos los elementos del sistema eléctrico, ya sean generadores, cargas, líneas de transmisión, etc., se representan mediante su impedancia interna. Para calcular el valor del elemento  $i$  de la diagonal de la matriz de admitancias es necesario incluir las admitancias de todos los elementos conectados al nudo  $i$ . Además, es necesario definir la matriz de impedancias, que es la inversa de la matriz de admitancias.

Aplicando teoría básica de circuitos, obtenemos que la tensión y la corriente de falta en el nudo  $k$  a través de la impedancia  $Z_k^F$  se calcula resolviendo el siguiente sistema de ecuaciones:

$$\bar{v}_k^F = \bar{v}_k^0 - Z_{kk} \bar{i}_k^F \quad (8)$$

$$\overline{v}_k^F = Z_{kk}^F \overline{v}_k^0 \quad (9)$$

donde,  $\overline{v}_k^0$  representa la tensión inicial en el nudo de la falta, y  $Z_{kk}$  es el element  $kk$  de la matriz de impedancias.

### Faltas desequilibradas

Si se produce una falta desequilibrada FT, FF o FFT, el sistema trifásico de tensiones se desequilibra. Sin embargo, nótese que la red sigue siendo simétrica. Por tanto, este tipo de problemas se resuelve utilizando el método de componentes simétricas desarrollado por Fortesque [3], que básicamente, permite representar un sistema de fasores desequilibrado a través de 9 componentes simétricas, que se agrupan en 3 secuencias de 3 componentes cada una: secuencia directa, secuencia inversa y secuencia homopolar. De esta forma, cada elemento del sistema eléctrico se puede representar a través de un circuito equivalente por secuencia. Acoplado los circuitos de cada secuencia, se obtienen tres circuitos independientes equilibrados, que se pueden resolver fácilmente utilizando el circuito monofásico equivalente para cada secuencia. Una vez resuelto cada circuito, se aplica el principio de superposición para obtener la solución final. La matriz de transformación de componentes simétricas se utiliza para obtener el circuito en secuencias de cada elemento del sistema.

### 2.2.2 Enunciado del problema

Dado el sistema eléctrico representado en la Fig. 4 y teniendo en cuenta los datos proporcionados en las tablas 2 y 3, realizar el análisis de falta equilibrada y faltas desequilibradas en el nudo 3.

Figura 4 Esquema de la red para el análisis de faltas.

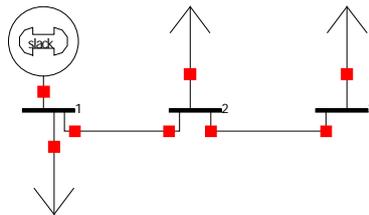


Tabla 2. Tensión y potencia en cada nudo.

Nudo	$V_i$ (p.u.)	$P_i / Q_i$ (p.u.)
1	1.05	$P_1=0.4 / Q_1=0.1$
2	-	$P_2=1.0 / Q_2=0.5$
3	-	$P_3=0.8 / Q_3=0.2$

Tabla 3. Impedancia del generador y de las líneas de transmisión en componentes simétricas (p.u.)

Elemento	Secuencia homopolar	Secuencia directa	Secuencia inversa	Tierra
<b>G</b>	j0.03	j0.08	j0.08	j0.05
<b>L1-2</b>	0.025+j0.075	0.01 + j0.10	0.01 + j0.10	-
<b>L2-3</b>	0.025+j0.075	0.02 + j0.15	0.02 + j0.15	-

Para resolver el problema, se deben tener en cuenta las siguientes indicaciones:

- La falta equilibrada se debe resolver utilizando el teorema de Thévenin, la notación matricial y utilizando PowerWorld [6].
- La falta desequilibrada a analizar es la FFT y se debe resolver utilizando el teorema de Thévenin.
- La impedancia de falta es despreciable en todos los casos.
- Nótese que se puede utilizar PowerWorld para resolver el problema de flujo de cargas y así conocer el estado inicial del sistema. Se puede utilizar Matlab [5] para realizar las operaciones computacionales.

Esta actividad se puede realizar en grupos de 2 o 3 estudiantes. Se debe presentar una memoria técnica por grupo con, al menos, el siguiente contenido: la corriente de falta y la tensión en todos los nudos y la corriente por cada elemento del sistema tras la falta. La memoria debe incluir una explicación detallada de los pasos seguidos para resolver cada problema.

### 3. Metodología

En esta sección se describe la metodología utilizada para la implementación de las actividades explicadas anteriormente. En cursos anteriores, la asignatura de Instalaciones Eléctricas de Alta Tensión no ha contemplado el uso de herramientas computacionales para resolver los problemas de flujo de cargas y de análisis de faltas. De hecho, los contenidos de la asignatura se han limitado principalmente al estudio de los fundamentos teóricos del diseño de los sistemas de protección y control de los sistemas eléctricos de potencia, dedicando una cantidad de tiempo muy limitada al análisis de casos prácticos. Sin embargo, es deseable animar a los estudiantes a resolver problemas prácticos de ingeniería con la ayuda de herramientas computacionales de una forma autónoma. Por tanto, la nueva propuesta de organización de la asignatura da más peso a la resolución de problemas de análisis de sistemas eléctricos de potencia mediante la realización de un mayor número de sesiones prácticas.

Los dos apartados siguientes describen las metodologías utilizadas para las actividades propuestas. Cada actividad está estructurada en tres sesiones de dos horas, en las que los estudiantes trabajarán en clase con sus propios ordenadores y apoyo de los profesores. Cada grupo de estudiantes resolverá un problema con datos de entrada diferentes. Es importante destacar que los estudiantes tendrán los conocimientos teóricos necesarios para el desarrollo adecuado de cada actividad.

### **3.1 Práctica 1: problema de flujo de cargas**

Los objetivos de cada sesión son los siguientes:

- **Primera sesión:** Presentar el simulador Powerworld [6] a los estudiantes. Este software ha sido seleccionado por dos razones: i) el interfaz es muy intuitivo, lo cual permite a los estudiantes comprender fácilmente el uso del software; y ii) existe una licencia educativa que es gratuita y permite resolver problemas suficientemente complejos. En esta sesión se resolverá el problema de flujo de cargas de una red de tres nudos, 2 generadores, una carga y 4 líneas de transportes.
- **Segunda sesión:** Resolver el problema de flujo de cargas descrito en la sección 2.1 utilizando el método GS mediante Matlab [5]. El uso de Matlab es recomendado porque este software está especialmente diseñado para la programación de algoritmos matemáticos. Otros lenguajes matemáticos que pueden ser igualmente utilizados son Julia [8] y Python [9]. Debido a limitaciones de tiempo, el profesor proporcionará a los estudiantes el código para el cálculo de la matriz de admitancias. Adicionalmente, durante la sesión el profesor ayudará a los estudiantes a programar el algoritmo GS, cuya programación puede resultar muy compleja para principiantes. De esta manera, en la primera hora de la sesión se implementarán los pasos principales del algoritmo, mientras que durante la segunda hora los estudiantes resolverán ellos mismos el problema de flujo de cargas.
- **Tercera sesión:** Resolver el problema de flujo de cargas descrito en la sección 2.1 utilizando los métodos NR o DR mediante Matlab. Debido a la complejidad de estos métodos, cada grupo de estudiantes deberá programar únicamente uno de ellos. El procedimiento a seguir es el mismo que el descrito en la segunda sesión. Es decir, el profesor ayudará a los estudiantes a programar los algoritmos y, posteriormente, los estudiantes trabajarán autónomamente para resolver el problema de flujo de cargas correspondiente.

La programación del problema de flujo de cargas en DC y la elaboración del informe de las prácticas serán elaborados por los estudiantes fuera de las horas presenciales en el aula.

### **3.2 Práctica 2: análisis de faltas**

Los objetivos de cada sesión son los siguientes:

- **Primera sesión:** Realizar un análisis de faltas trifásicas equilibradas. Dado que los estudiantes ya conocerán el uso de PowerWorld, en esta sesión el profesor explicará úni-

camente como calcular faltas trifásicas equilibradas utilizando este simulador. Posteriormente, los estudiantes trabajarán de forma autónoma en el problema que se les ha asignado. Para ello, en primer lugar, utilizarán PowerWorld y posteriormente utilizarán el Método de Thévenin con la ayuda de Matlab.

- **Segunda sesión:** Resolver un problema de análisis de faltas trifásicas equilibradas utilizando notación matricial mediante Matlab. Los estudiantes trabajarán de forma autónoma para realizar este ejercicio con la ayuda del profesor.
- **Tercera sesión:** Resolver un problema de faltas desequilibradas utilizando el Método de Thévenin mediante Matlab. Los estudiantes tendrán el apoyo del profesor para obtener el circuito equivalente en cada secuencia.

El informe de prácticas incluyendo los resultados de los ejercicios realizados será elaborado por los estudiantes fuera de las horas presenciales en el aula.

#### **4. Evaluación**

La idea que subyace en la propuesta descrita en este artículo se fundamenta en la creencia de que el conocimiento adquirido por los estudiantes y el esfuerzo realizado por ellos no debería ser evaluado únicamente mediante la realización de un examen escrito. En lugar de ello, creemos que es importante incentivar a los estudiantes a trabajar cada día, y para ello es necesario que los profesores sean capaces de evaluar sus progresos a medida que los estudiantes los vayan realizando. Por esta razón, la evaluación de la asignatura Instalaciones Eléctricas de Alta Tensión se estructurará en tres partes: en primer lugar, el profesor evaluará la participación activa de los estudiantes en cada sesión práctica; en segundo lugar, los informes de prácticas realizadas por los estudiantes serán evaluados según los criterios descritos posteriormente; y, en tercer lugar, la realización de problemas sencillos será evaluada en el examen escrito.

Los criterios propuestos para evaluar los informes de prácticas elaborados por los estudiantes son los siguientes:

- La estructura y la escritura del documento, así como la explicación de los pasos seguidos para resolver cada problema.
- La precisión en la escritura de las ecuaciones matemáticas y en la representación gráfica de los circuitos eléctricos resultantes.
- La obtención de los resultados correctos.
- La creatividad en la presentación y explicación de los resultados.
- El uso correcto del lenguaje técnico en la escritura del informe.

Finalmente, los estudiantes recibirán una retroalimentación a sus informes. Específicamente, el profesor comentará cada informe añadiendo sugerencias y recomendaciones para mejorar la calidad del documento. Adicionalmente, los estudiantes serán requeridos a completar una

encuesta para expresar su grado de satisfacción sobre las actividades desarrolladas a lo largo de la asignatura y el trabajo realizado por los profesores.

## **5. Resumen y conclusiones**

Este artículo propone la realización de dos actividades prácticas relacionadas con la asignatura Instalaciones Eléctricas de Alta Tensión del Grado en Ingeniería Eléctrica. Estas actividades se basan en la resolución de los problemas de flujo de cargas y análisis de faltas. En el contexto de metodologías activas de aprendizaje, el uso de simuladores y lenguajes de programación comerciales para la resolución de los problemas que se plantean permite a los estudiantes un mejor conocimiento de los conceptos teóricos y un mejor desarrollo de sus competencias computacionales. Además, se propone un sistema de evaluación basado en el progreso diario de los estudiantes. De acuerdo con esta filosofía, las actividades propuestas están diseñadas para ayudar a los profesores en este proceso de evaluación continua. Finalmente, las actividades propuestas serán implementadas en la asignatura de Instalaciones Eléctricas de Alta Tensión en la Escuela de Ingeniería Industrial de Toledo.

## **Referencias**

- [1] H. Barrows. “A taxonomy of problem based learning methods,” *Medical Education*, vol. 20, 481-486, 1986.
- [2] A. Escribano and A. del Valle, *El aprendizaje basado en problemas*, España: Narcea, 2008.
- [3] A. R. Bergen and V. Vittal, *Power systems analysis*, United States of America: Prentice Hall, second edition, 2000.
- [4] A. Gómez Expósito et al., *Análisis y operación de los sistemas de energía eléctrica*, España: Mc Graw Hill, 2002.
- [5] MATLAB R2015a, The MathWorks Inc., 2015. [https://es.mathworks.com/?s\\_tid=gn\\_logo](https://es.mathworks.com/?s_tid=gn_logo)
- [6] PowerWorld Simulator 15 Evaluation, PowerWorld Corporation, Thomas J. Overbye 2011.
- [7] J. W. Nilsson and S. A. Riedel, *Electric circuits*, 10<sup>th</sup> edition. Pearson, 2015. ISBN-13: 9780133760033.
- [8] J. Bezanson, A. Edelman, S. Karpinski and V. B. Shah, “Julia: A Fresh Approach to Numerical Computing”, *SIAM Review*, vol. 59, 65–98, 2017.
- [9] Python, Python Software Foundation, 2017. <https://www.python.org/>



## Aplicación de ejercicios resueltos de ingeniería del terreno con recursos de acceso libre para teléfonos móviles y tabletas electrónicas

**Jiménez Perálvarez, Jorge David**

Departamento de Ingeniería Civil, Universidad de Granada, jorgejp@ugr.es

---

### **Abstract**

*In this work an app based on exercises that students must solve autonomously is presented. Exercises were performed in order to interactively obtain the correct solution. Academic material was designed to work on mobile devices. Number of passes was increased three times comparing to the previous year. App had very good acceptance by students.*

**Keywords:** *Problem-based learning (PBL), Educational innovation, Civil engineering, Mobile application.*

---

### **Resumen**

*La aplicación se basa en ejercicios que el alumnado debe resolver autónomamente. La resolución de los ejercicios se realiza de forma interactiva hasta obtener la solución correcta. El material ha sido diseñado para trabajar en dispositivos móviles. El número de aprobados se incrementó el triple respecto al curso anterior. La aplicación tiene muy buena aceptación por parte del alumnado.*

**Palabras clave:** *Aprendizaje basado en problemas (ABP), Ingeniería del terreno, Innovación educativa, Aplicación móvil.*

## **1. Introducción**

Una de las principales competencias en la materia Ingeniería del Terreno corresponde a la resolución de ejercicios y problemas. Por otra parte, el cambio educativo experimentado con la adaptación al Espacio Europeo de Educación Superior (EEES), deriva a una focalización en el proceso de aprendizaje más que en la propia enseñanza. Esto invita al profesorado a modificar su rol docente, pasando de mero transmisor del conocimiento a mediador, orientador o guía de las tareas de aprendizaje de sus alumnos. Igualmente, el papel del alumno evoluciona de sujeto pasivo a constructor activo de su propio aprendizaje. Con este objetivo, en las asignaturas de Ingeniería del Terreno se entrega a los estudiantes una relación de problemas adicionales a los que se realizan en clase, y se les facilita numerosa bibliografía que contiene problemas resueltos y propuestos, para que los resuelvan de forma autónoma (Irigaray et al., 2014). Sin embargo, la respuesta del estudiante no siempre es satisfactoria debido a la complejidad de los problemas. De esta forma el alumno suele estancarse en varios momentos y no consigue continuar sin la ayuda del profesor a través de la tradicional Tutoría Universitaria. Si el estudiante está trabajando en horas a las que no es posible la asistencia tutorial, o para el caso de estudiantes con necesidades educativas especiales tales que le impidan la normal asistencia a clase y/o Tutoría, la resolución del problema queda paralizada hasta que se le resuelva la duda. Esta situación de paro-consulta-paro se puede repetir varias veces a lo largo de la resolución de un problema, de tal forma que cuando el estudiante lo intenta y no sabe continuar, no siempre recurre al profesor sino que, en ocasiones, simplemente abandona (Vázquez et al., 2008). Paralelamente, la cultura multimedia aventaja en mucho a la tradicional cultura del texto escrito, brindando originales posibilidades para la mejora del proceso de enseñanza-aprendizaje (Cañas et al., 2005).

Por otra parte, el acceso del alumnado a los materiales resultantes de una experiencia anterior (Palenzuela et al., 2011; Irigaray et al., 2013) supuso una mejoría docente según la evolución observada en las calificaciones obtenidas en la asignatura “Mecánica del Suelo y Rocas. Geotecnia”, del “Grado en Ingeniería Civil”; donde el porcentaje de aprobados se incrementó en un 15%. Sin embargo, únicamente el 60% del alumnado accedió de forma frecuente al material elaborado. Además, el porcentaje de “no aptos” en primera convocatoria para la parte práctica de la materia, todavía supera el 50%.

## **2. Objetivos**

Dentro del marco de la convergencia europea, las formas de enseñanza deben cambiar desde una docencia basada en las clases impartidas por el profesor, en las que el alumno es un objeto pasivo que únicamente recibe información, hacia otra docencia basada en el trabajo del estudiante, dirigida a conseguir de forma autónoma las competencias y conocimientos requeridos. Esta forma de enseñanza permite al alumnado seguir formándose a lo

largo de la vida a medida que su iniciativa personal y/o sus compromisos laborales se lo exijan. En este sentido, el objetivo general del presente trabajo es la mejora del rendimiento académico del alumnado, expresado en la consecución de las competencias requeridas en las asignaturas de la materia Ingeniería del Terreno. Se pretende fomentar la participación activa del alumnado en el proceso de aprendizaje autónomo mediante el planteamiento y resolución de ejercicios y problemas (Barrows y Kelson, 1996; Iglesias, 2002).

Para alcanzar estos objetivos, adaptándose al escenario social actual, las actividades realizadas en el proyecto se apoyan en las Nuevas Tecnologías de la Información y la Comunicación (NTIC) (Snyder, 2003). De esta forma, el acceso al material elaborado se realizará preferentemente a través de dispositivos móviles inteligentes (tablet y/o móviles inteligentes con plataformas IOS o Android). El material elaborado consistió en material didáctico consistente en prácticas, problemas y conceptos teóricos de Ingeniería del Terreno y, para adaptar el proceso de aprendizaje al escenario social actual, el acceso al mismo se realizará a través de una aplicación móvil.

El objetivo principal de la aplicación es la mejora del rendimiento académico del alumnado, expresado en la consecución de las competencias requeridas en las asignaturas de la materia Ingeniería del Terreno para los Grados en Ingeniería Civil y Geología como se ha comentado con anterioridad. Para ello se propone la resolución individualizada e interactiva de ejercicios, donde el estudiante sea autónomo y protagonista en la adquisición de los fundamentos básicos necesarios para la resolución de problemas geotécnicos y pueda realizar una autoevaluación de las destrezas adquiridas. A tal efecto, se proponen los siguientes objetivos específicos:

- Acceder de forma más cercana al alumnado a través una interfaz educativa.
- Favorecer la interacción entre el alumnado, el profesorado y los contenidos de aprendizaje, incentivando el trabajo cooperativo-colaborativo.
- Seguimiento individualizado del alumnado y acceder a sus necesidades educativas de forma casi sincrónica.
- Minimizar los conocimientos previos para el uso de la plataforma para favorecer la comprensión de la estructura de conocimiento de la asignatura y reforzar la motivación del aprendizaje.

### **3. Metodología y actividades realizadas**

Para alcanzar los objetivos planteados las actividades se agrupan por las siguientes series de tareas:

#### **3.1. Elaboración del material teórico**

Se han utilizado los sistemas de programación más extendidos frente a los más específicos, esto es, el lenguaje HTML y el entorno web HotPotatoes 6.3 (Fig. 1) (Half-Baked Software

*Aplicación de ejercicios resueltos de ingeniería del terreno con recursos de acceso libre para teléfonos móviles y tabletas electrónicas*

Inc., 2013). Se seleccionaron los problemas más representativos, tanto de carácter demostrativo como de autoevaluación. Con todo, se elaboró el contenido previamente estipulado (material teórico, práctico, problemas, etc.), incluyendo redacción, figuras, soluciones, etc.

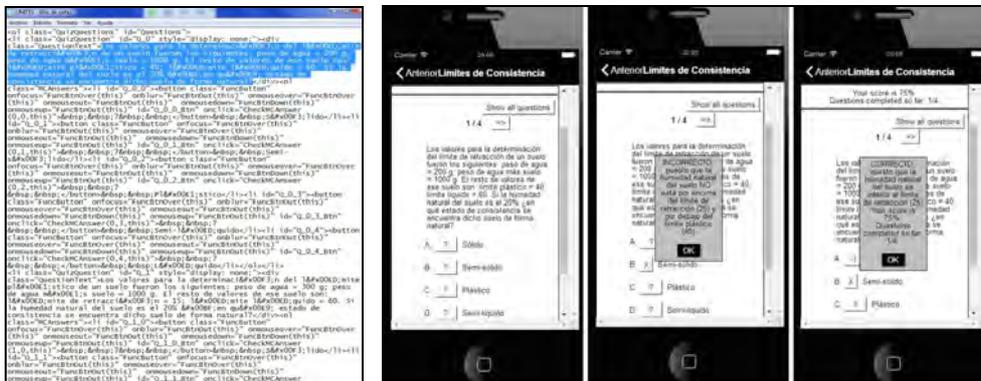
**Figura 1. Ejemplo de elaboración de un ejercicio en HotPotatoes 6.3**



**3.2. Desarrollo, valoración y distribución de la aplicación**

Una vez elaborado el contenido para que el alumnado alcance las competencias requeridas en las asignaturas de la materia Ingeniería del Terreno, se elaboró la aplicación móvil con una serie de problemas resueltos representativos y de autoevaluación mediante la traslación de este contenido al lenguaje HTML (Fig. 2) que puede ser consultada en dispositivos móviles inteligentes y tabletas electrónicas. La aplicación está configurada de forma que al seleccionar cada posible respuesta, salta un cuadro emergente avisando sobre el acierto o error de la misma. El cuadro emergente contiene, además, un comentario que guía sobre la respuesta correcta o, en su caso, matiza el acierto.

**Figura 2. Ejemplo de la traslación de un ejercicio a HTML (izqda.) y aspecto de la interfaz de la aplicación (dcha.)**



La aplicación se ha desarrollado con el siguiente directorio:

- *PID 14-60:* *información sobre el PID.*
- *Información:* *información sobre el uso de la aplicación.*
- *Noticias:* *noticias sobre la materia (fechas, grupos, etc.).*
- *Límites de Consistencia:* *ejercicios sobre límites de Atterberg.*
- *Clasificación de Suelos:* *ejercicios sobre clasificación de suelos según el SUCS.*
- *Consolidación de Suelos:* *ejercicios sobre el ensayo edométrico.*
- *Compresión Simple:* *ejercicios sobre el ensayo de compresión uniaxial.*
- *Corte Directo:* *ejercicios sobre los ensayos de corte en diferentes suelos.*
- *Triaxial:* *ejercicios sobre los ensayos de compresión triaxial.*
- *Ensayos en Rocas:* *ejercicios sobre el ensayo Franklin.*
- *Cuestiones Conceptuales:* *preguntas sobre cuestiones teóricas.*

Con posterioridad se examinó la aplicación para comprobar su funcionalidad y detectar posibles errores. Se hicieron numerosas mejoras, la mayoría relacionadas con temas de edición (puntuación ortográfica por causa de la codificación de caracteres, encuadre, redacción, vínculos rotos, etc.) puesto que el contenido ya estaba validado según la actividad anterior. Por tanto, tras la validación de la aplicación, ésta se puso a disposición del alumnado comunicándose a través de la Plataforma de Recursos de Apoyo a la Docencia (PRADO) de la Universidad de Granada y en la propia aula. De esta forma, la aplicación puede ser descargada a través del vínculo <http://www.tigerappcreator.com/es/55913be4a6>, o bien a través de un código QR (Fig. 3).

Figura 3. Código QR para descargarse la aplicación



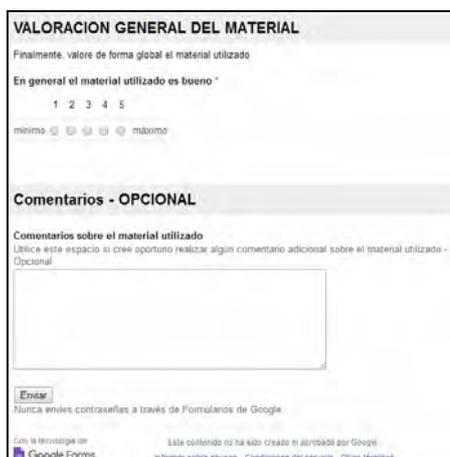
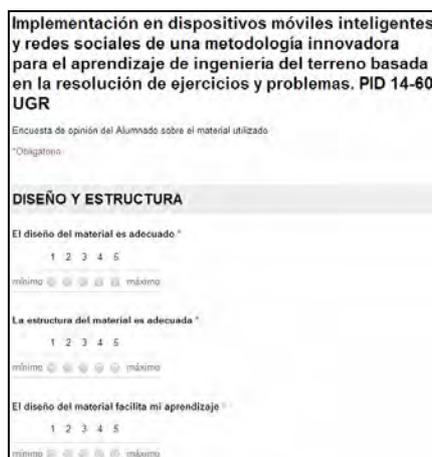
### 3.3. Evaluación de la herramienta

Esta actividad se realizó una vez concluida la experiencia de aprendizaje y la finalización de la evaluación de la materia, desde dos vertientes. A través de una encuesta de satisfacción y opinión para evaluar la funcionalidad e idoneidad de la herramienta por parte del alumnado y, por otro lado, se contrastaron los resultados obtenidos por el alumnado del

presente curso académico con los que cursaron la materia en el curso anterior, cuando la herramienta no estaba disponible. La encuesta elaborada consta de de 18 ítems (<http://goo.gl/forms/5kdByY5hdSltCpPb2>) clasificados en tres grupos: diseño-estructura, contenido-funcionalidad y valoración general (Fig. 4). Cada ítem es valorado de 1 a 5, siendo 1 el valor mínimo y 5 el valor máximo de satisfacción. Además, la encuesta contiene un campo para que el alumnado exprese su opinión de manera anónima.

**Figura 4. Encuesta de satisfacción diseñada para evaluar el aprendizaje de los alumnos (arriba) y capturas de extractos del aspecto de la interfaz de la misma (abajo, izquierda: inicio, derecha: final)**

<p><b>DISEÑO Y ESTRUCTURA</b></p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. El diseño del material es adecuado</li><li>2. La estructura del material es adecuada</li><li>3. El diseño del material facilita mi aprendizaje</li><li>4. La estructura del material facilita mi aprendizaje</li><li>5. Se ahorra tiempo empleando este material frente a otros materiales tradicionales</li><li>6. El tiempo necesario para utilizar de este material es adecuado</li><li>7. Se dispone de información clara y precisa de cómo utilizar este material</li><li>8. El diseño y la estructura de este material son acertados</li></ol> <p><b>CONTENIDO Y FUNCIONALIDAD</b></p> <ol style="list-style-type: none"><li>9. El contenido del material se entiende fácilmente</li><li>10. El contenido del material se ajusta al temario incluido en la programación de la asignatura</li><li>11. El uso del material se puede realizar según la planificación prevista en la asignatura</li><li>12. Las tareas propuestas se ajustan a los conocimientos prácticos previstos en la asignatura</li><li>13. El contenido del material ha resultado de utilidad para adquirir los conocimientos necesarios de la materia</li><li>14. El contenido del material facilita mi aprendizaje</li><li>15. Los contenidos incluidos en el material son acertados y útiles</li><li>16. Utilizar este material mejora mis conocimientos frente al uso otros materiales tradicionales</li><li>17. ¿La aplicación es de utilidad?</li></ol> <p><b>VALORACIÓN GENERAL DEL MATERIAL</b></p> <ol style="list-style-type: none"><li>18. En general el material utilizado es bueno</li></ol>
---



#### 4. Resultados

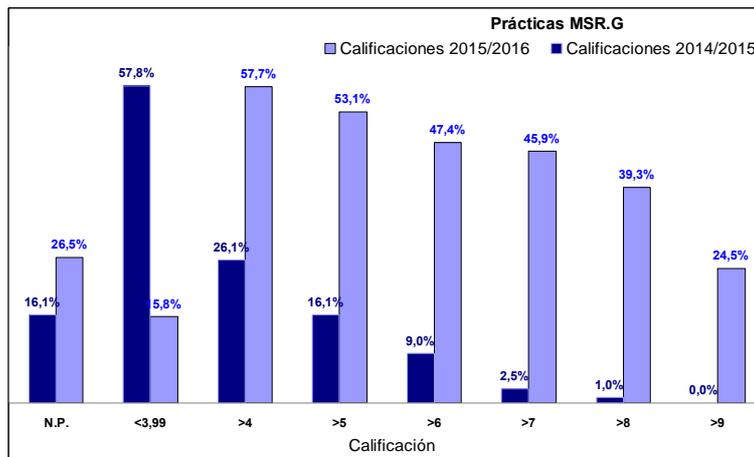
Los resultados se contemplan tanto en términos de material docente elaborado de utilidad para varios cursos y asignaturas, como en la mejora experimentada directamente por el alumnado participante.

##### 4.1. Resultados de la evaluación del aprendizaje del estudiantado (Evaluación Interna)

El grado de aprendizaje por parte del alumnado puede ser evaluado objetivamente mediante el contraste de las calificaciones en la materia entre alumnos que han participado en esta experiencia de aprendizaje (curso 2015/2016) y los que no (curso 2014/2015) (Fig. 5). En este caso, se muestran los resultados de las prácticas de la asignatura “**Mecánica del Suelo y Rocas. Geotecnia**” del “Grado en Ingeniería Civil” en la convocatoria de febrero.

Como se puede observar en el gráfico (Fig. 5) la evolución de las calificaciones es muy significativa. El número de aprobados aumentó del 16,1% en el curso académico 2014/2015 al 53,1% en el curso académico 2015/2016, es decir, más del triple. Esto considerando únicamente la cantidad de aprobados, pero en cuanto a calidad se refiere, en el curso académico 2015/2016 el 39,3% del estudiantado obtuvo una calificación igual o superior a 8 sobre 10, mientras que en el curso anterior este porcentaje apenas representaba el 1%. Igualmente, destaca un aumento en el número de no presentados del curso 2015/2016 respecto al anterior. Este hecho puede ser entendido como que el alumno es consciente de sus conocimientos mediante la autoevaluación, y aquel que considera que no está preparado para superar la materia decide optimizar su tiempo dedicándolo a otras asignaturas y/o no “probar suerte” en esta, lo que también podría ser interpretado como una ventaja de la aplicación, que corroboraría el éxito de la experiencia.

Figura 5. Calificaciones obtenidas antes (azul oscuro) y después (azul claro) de la experiencia de aprendizaje



#### **4.2. Resultados de la evaluación externa e instrumentos utilizados**

La mejora experimentada en el aprendizaje por parte del alumnado también debe ser validada según su propia opinión. A tal efecto se les realizó una encuesta de satisfacción para evaluar la funcionalidad e idoneidad de la herramienta. Los resultados de la encuesta han permitido valorar el grado de satisfacción del estudiantado y, sobre todo, identificar las fortalezas y debilidades de la aplicación, con el fin de subsanar los errores o deficiencias para cursos sucesivos. Los resultados globales de la encuesta se muestran en la tabla 1. Estos resultados reflejan un alto grado de satisfacción del material elaborado por parte del alumnado, con una puntuación media de 4,5 ( $\pm 0,9$ ) sobre 5; siendo el valor, tanto de la moda como de la mediana, de 5. Los aspectos mejores valorados son los referentes al contenido y funcionalidad del material, donde prácticamente todas las cuestiones planteadas tienen más de un 70% de aceptación con una puntuación de 5; destacando la mejora en el aprendizaje que provoca, aunque quizá se debe mejorar el contenido teórico para facilitar la comprensión del mismo. Igualmente bien valorados son los aspectos relacionados con el diseño y estructura del material, sobre todo aquellos relacionados con la optimización del tiempo dedicado al estudio. Se debe de mejorar, aparentemente, el diseño propiamente dicho del material. Por último, destaca el 93% de puntuación igual a 5 que obtiene la utilidad de la aplicación desarrollada. Estas conclusiones se extraen de los resultados de 55 encuestas de 17 ítems cada una, por tanto, se apoyan en un total de 935 respuestas. La validez de la encuesta se pone de manifiesto al comparar los resultados globales de la encuesta (935 respuestas) con el ítem 18 (valoración general del material), donde se puede comprobar que los niveles de satisfacción siguen el mismo patrón y valores semejantes.

### **5. Conclusiones**

El objetivo principal de la aplicación consiste en mejorar del rendimiento académico del alumnado en Ingeniería del Terreno. Según los resultados de la evaluación interna y externa del aprendizaje, se puede concluir que el objetivo general ha sido alcanzado. Para el ejemplo de la asignatura “Mecánica del Suelo y Rocas. Geotecnia” del “Grado en Ingeniería Civil” se ha aumentado el número de aprobados en primera convocatoria (febrero) del 16,1% al 53,1%. Además, la valoración media del material generado por parte del alumnado es de 4,7 puntos sobre 5. El desarrollo y distribución de una aplicación con ejercicios resueltos es muy bien aceptada por parte del alumnado (93% de los encuestados la puntúan con 5 puntos sobre 5). Por otra parte, al inicio de la experiencia se tenía la idea de que adaptar el material docente a dispositivos móviles permitiría acceder de una forma más cercana al alumnado; sin embargo, en la mayoría de los casos, el acceso a la aplicación se ha hecho a través del propio PC. No se tiene la impresión que se utilice el teléfono móvil como herramienta docente. Según la experiencia, el alumnado usa los dispositivos móviles como distracción o desconexión de la actividad académica, hecho razonable; no en vano el propio

dispositivo móvil puede ser un elemento más de distracción que de concentración en el aprendizaje. El alumnado es muy receptivo a todo el material que se le pueda facilitar, de hecho muchos de los comentarios están relacionados con aumentar el volumen de material más que en diversificar su difusión. La aplicación se valora positivamente dado el éxito en las calificaciones del estudiantado, por lo que se da por cumplido el objetivo principal relacionado con la mejora del aprendizaje. Sin embargo, presenta margen de mejora e innovación y, por tanto, posibilidades de continuidad en aquellos aspectos que incentiven el trabajo cooperativo e interactivo entre el alumnado y el profesorado.

**Tabla 1. Resultados del cuestionario de satisfacción del alumnado, resaltados los valores más significativos**

Ítem	n	Máx.	Mín.	1		2		3		4		5		Media	Desv. Típica	Moda	Mediana
				n	%	n	%	n	%	n	%	n	%				
1	55	5	2	0	0%	3	5%	8	15%	18	33%	26	47%	4,2	0,9	5,0	4,0
2	55	5	3	0	0%	0	0%	4	7%	16	29%	35	64%	4,6	0,6	5,0	5,0
3	55	5	3	0	0%	0	0%	2	4%	13	24%	40	73%	4,7	0,5	5,0	5,0
4	55	5	3	0	0%	0	0%	1	2%	11	20%	43	78%	4,8	0,5	5,0	5,0
5	55	5	3	0	0%	0	0%	1	2%	5	9%	49	89%	4,9	0,4	5,0	5,0
6	55	5	4	0	0%	0	0%	0	0%	9	16%	46	84%	4,8	0,4	5,0	5,0
7	55	5	2	0	0%	1	2%	2	4%	12	22%	40	73%	4,7	0,6	5,0	5,0
8	55	5	2	0	0%	1	2%	2	4%	15	27%	37	67%	4,6	0,6	5,0	5,0
Ítem	n	Máx.	Mín.	1		2		3		4		5		Media	Desv. Típica	Moda	Mediana
9	55	5	3	0	0%	0	0%	3	5%	14	25%	38	69%	4,6	0,6	5,0	5,0
10	55	5	2	0	0%	1	2%	3	5%	10	18%	41	75%	4,7	0,7	5,0	5,0
11	55	5	3	0	0%	0	0%	3	5%	13	24%	39	71%	4,7	0,6	5,0	5,0
12	55	5	2	0	0%	1	2%	0	0%	15	27%	39	71%	4,7	0,6	5,0	5,0
13	55	5	3	0	0%	0	0%	1	2%	10	18%	44	80%	4,8	0,5	5,0	5,0
14	55	5	3	0	0%	0	0%	2	4%	8	15%	45	82%	4,8	0,5	5,0	5,0
15	55	5	3	0	0%	0	0%	1	2%	11	20%	43	78%	4,8	0,5	5,0	5,0
16	55	5	3	0	0%	0	0%	2	4%	8	15%	45	82%	4,8	0,5	5,0	5,0
17	55	5	3	0	0%	0	0%	2	4%	2	4%	51	93%	4,9	0,4	5,0	5,0
Result. Global	n	Máx.	Mín.	1		2		3		4		5		Media	Desv. Típica	Moda	Mediana
V.G.	935	5	1	0	0%	7	1%	37	4%	190	20%	701	75%	4,5	0,9	5,0	5,0
Ítem	n	Máx.	Mín.	1		2		3		4		5		Media	Desv. Típica	Moda	Mediana
18	55	5	4	0	0%	0	0%	0	0%	19	35%	36	65%	4,7	0,5	5,0	5,0

Fuente: Elaboración Propia

## **Referencias**

- Barrows HS, Kelson A (1996) *Problem-based learning and problem solving*. PROBE. Newsletter of the Australian Problem-Based Learning Network, vol. 26: 8-9
- Cañas A, Martínez Ortigosa E, Aragón Carretero Y (2005) *La plataforma SWAD como recurso docente para la innovación educativa*. Congreso internacional sobre el profesorado ante el reto de las nuevas tecnologías en la sociedad del conocimiento, CSI-CSIF, Granada
- Half-Baked Software Inc. (2013) *Hot Potatoes™ Software*. CALL Laboratory Research and Development, University of Victoria, Canada
- Iglesias J (2002) *El aprendizaje basado en problemas en la formación inicial de docentes*. Perspectivas, vol. 32, n° 3
- Irigaray C, Jiménez-Perálvarez JD, Chacón J, El Hamdouni R, Lamas F, Fernández P, Palenzuela JA, Alameda P (2013) *Metodología Innovadora para el Aprendizaje de Ingeniería del Terreno basada en la Resolución de Ejercicios y Problemas y el uso de las Nuevas Tecnologías de la Información y la Comunicación*. Innovación docente y buenas prácticas en la Universidad de Granada, Ed. Univ. de Granada, Granada
- Irigaray C, El Hamdouni R, Jiménez-Perálvarez JD, Chacón J (2014) *Problemas resueltos de Mecánica de Suelos y Rocas. Geotecnia (2ªed)*. Ed. Avicam, Granada
- Palenzuela JA, Alameda P, Fernández P, Jiménez-Perálvarez JD, Lamas F, El Hamdouni R, Chacón J, Irigaray C (2011) *Adaptación de Materiales Docentes de Ingeniería del Terreno Mediante la Incorporación de las Tecnologías de la Información y la Comunicación*. II Jornadas sobre Innovación Docente y Adaptación Al EEES en las Titulaciones Técnicas, Ed. Godel, Granada
- Snyder L (2003) *Fluency with information technology: Skills, Concepts and Capabilities, 2nd edition*. Pearson-Addison Wesley
- Vázquez Navarro MI, Albert Blanco J, Marzal Doménech P, Velasco Ballestín S (2008) *Creación de una herramienta informática para la resolución de problemas de ingeniería química*. Revista d'innovació educativa, vol. 1, 49-55.



## Propuesta para Determinar Estilos de Aprendizaje dentro del Aula

Marisela Giraldo de López<sup>a</sup>, María Alejandra Bedoya<sup>b</sup>

<sup>ab</sup>Universidad Técnica del Norte. Ecuador, mgiraldo@utn.edu.ec, abedoya@utn.edu.ec

---

### **Abstract**

*The research aims to evaluate in teaching practice the application of the theoretical postulates on learning style, according to models based on theories of Kolb Learning Cycle, Herrmann's Integral Brain and Jung's Cognitive Personality Styles. It has a descriptive design, it is recommended the use of diverse techniques for the collection of information, such as the application of structured instruments, participant observation, documentary and bibliographic review. Also, it is recommended to use a series of instruments adapted from the Herrmann Type Indicator, this to determine the styles of thought that prevail in the classroom, in this way proceed, based on the Theories of Integrated Brain, to form the work teams. The results may show that some students will correspond to the Left Cortical Region (CI), section BLUE; Others to the Limbic Right (LD) region, RED section; Others may correspond to the Right Cortical Region (CD), YELLOW section; Others will correspond to the Left Limbic Region (LI), Green section. According to the results it is recommended to make teams that combine theories of the integrated brain. Combined teams will demonstrate greater organizational capacity and leadership identification, and will achieve better grades in group evaluations.*

**Keywords:** Learning, Equipment, Styles, Thinking.

---

### **Resumen**

*La investigación tiene como objetivo evaluar en la práctica docente la aplicación de los postulados teóricos sobre estilo de aprendizaje, acordes a modelos basados en las teorías de Ciclo de Aprendizaje de Kolb, Cerebro Integral de Herrmann y los Estilos de Personalidad Cognoscitiva de Jung. Tiene un diseño descriptivo, se recomienda la utilización de diversas técnicas para la recolección de información, tales como la aplicación de instrumentos estructurados, la observación participante, la revisión documental y bibliográfica. Así mismo, se recomienda utilizar una serie de instrumentos adaptados del Herrmann Type Indicador, esto para determinar los estilos de pensamiento que prevalecen en el aula, de esta forma se procede luego, basado en las Teorías del Cerebro Integrado, a conformar los equipos de trabajo. Los resultados pueden mostrar que algunos estudiantes corresponderán a la Región Cortical Izquierda (CI), sección AZUL; otros a la región Límbica Derecha (LD), sección ROJA; otros pueden corresponder a la Región Cortical Derecha (CD), sección AMARILLA; otros corresponderán a la región Límbica Izquierda (LI), sección Verde. Según los*

Propuesta para Determinar Estilos de Aprendizaje dentro del Aula

*resultados se recomienda realizar equipos que combinen las teorías del cerebro integrado. Los equipos combinados demostraran mayor capacidad de organización e identificación del liderazgo, y logran alcanzar mejores calificaciones en las evaluaciones grupales.*

**Palabras clave:** *Aprendizaje, Equipos, Estilos, Pensamiento.*

## **Introducción**

Innovar o quedarse atrás; el elemento clave para ser competitivo. Esta frase es de aplicación universal, no sólo en el mundo empresarial, sino también en la docencia. Sin embargo, cumplir con los requisitos de ser creativo e innovador requiere del concurso de distintas ideas, percepciones y formas de procesar y evaluar la información. Normalmente cuando se introducen técnicas cognoscitivas que implican la conformación de equipos en el aula de clase, se busca de alguna forma introducir un elemento motivador y al mismo tiempo innovador para el estudiante. No cabe duda que cuando el estudiante ha transitado por un proceso de aprendizaje más bien pasivo, el enfrentarse a un trabajo en equipo suele ser retador, y de acuerdo a su estilo de pensamiento o su personalidad, podrá ser considerado como motivador o incluso innovador.

Cuando no se manejan las técnicas adecuadas se actúa como si se creyera que basta con encerrar en el aula a esos grupos heterogéneos en su estilo de razonamiento, y que por sí solos generarán una solución creativa al problema planteado. Este tipo de acción no toma en cuenta el hecho de que las personas con estilos distintos muchas veces no se comprenden ni respetan unas a otras, y que esas diferencias pueden provocar desacuerdos personales. Sencillamente, esos alumnos no pueden trabajar conjuntamente, a no ser que se les ayude.

El docente debe acudir a un tipo de acción que le permita lograr el “contacto o roce creativo”. Para ello debe estar consciente de que cada persona tiene un estilo de razonar distinto: analítico o intuitivo, conceptual o experimental, socializante o independiente, basado en la lógica o en los valores. Si el docente maneja estos conceptos y los aplica deliberadamente, puede aprovechar esta gama de enfoques y perspectivas en el aula de clases, y también en cualquier ámbito del trabajo académico. Es preciso que se entienda y respete el estilo de razonar de los demás, aunque sea diferente al suyo.

La presente investigación parte de una revisión conceptual a los modelos empleados para la determinación de los estilos de aprendizaje, pensamiento y personalidad, que se basan en las teorías sobre Ciclo de Aprendizaje (Kolb, 1984), Cerebro Integral (Herrmann, 1999) y los Estilos de Personalidad Cognoscitiva (C. Jung.), citado por Alonso, Gallego, y Honey, (1997). para describir su aplicación y utilidad en el proceso de conformación de equipos en el aula de clase, como una respuesta a la necesidad de contar con elementos que permitan aprovechar los estilos de pensamiento y de personalidad de los estudiantes.

Esta investigación busca explorar herramientas que motiven en la actividad de trabajo en equipo en el aula de clases y sobre todo estimulen la innovación en las propuestas del estudiantado.

Es importante que los docentes se procuren de herramientas que les proporcionen esquemas de trabajo para ubicar en el salón de clases los equipos que puedan trabajar con mayor productividad. Es por ello que se realizó esta investigación, la cual busca como objetivo principal, proponer equipos de trabajo en el aula según el perfil y estilos de aprendizaje. Es en el aula de clases donde el docente con sus estudiantes puede lograr una sinergia si estos son ubicados en equipos donde logren complementarse.

## **Trabajos Relacionados**

Los siguientes trabajos están relacionados con la presente investigación: Malacaria, María Irene (2010): “Estilos de Enseñanza, Estilos de Aprendizaje y desempeño académico. Esta fue una investigación no-experimental realizada en Nivel Polimodal de dos instituciones privadas de la ciudad de Mar del Plata, con dos objetivos generales bien definidos: comprender la interacción entre los Estilos de Enseñanza de los docentes y su influencia en el desempeño académico de aquellos alumnos que no logran alcanzar los objetivos mínimos establecidos en la planificación anual y analizar si existe relación entre el rendimiento de los alumnos y sus Estilos de Aprendizaje.

También se encuentra la investigación de: Mendoza Borrero, Walter (2012): Los Estilos de Aprendizaje en Estudiantes Universitarios: estado del arte. La investigación tuvo por objetivo socializar el estado del arte en estilos de aprendizaje en estudiantes universitarios y plantear algunos desafíos para desarrollos futuros en este campo investigativo. Como resultado se obtuvo que existen correlaciones de los estilos de aprendizaje con variables como la edad, el sexo, la carrera, y el contexto socio demográfico.

## **Metodología**

El área de la investigación desde el punto de vista de la temática, estuvo orientada al campo de la creatividad, la competitividad y, en general a la creatividad aplicada en el ámbito académico.

La investigación tiene un diseño descriptivo donde el objeto es la descripción de los fenómenos, basándose fundamentalmente en la evidencia, la cual se realiza en el ambiente natural de aparición de dichos fenómenos, como lo es el aula de clase. Es de tipo documental o bibliográfica, ya que la metodología utilizada consistió en el análisis documental donde predomina la realización de un estudio de contenido, cuya técnica de investigación estuvo orientada a formular, a partir de ciertos fundamentos, deducciones reproducibles y efectivas que puedan utilizarse al contexto investigado (Martínez Miguélez, 2004).

La recogida y análisis de datos mediante el análisis documental debe seguir los mismos patrones de reflexión que la entrevista o que la observación (Stake, 2007) hasta lograr que los textos analizados sean interpretados como si fuesen entrevistas de los cuales se obtiene información pero a través de la lectura de los textos analizados (Ruiz, 2012).

Se utilizaron como técnicas de procesamiento y análisis de la información: el análisis de contenido; mediante el cual se realizan descripciones objetivas del contenido de los documentos (Balestrini 2007).

También se utilizó el círculo hermenéutico-dialéctico de Lincoln y Guba (1999) y Gadamer (1993), los cuales señalan que el proceso interpretativo, va desde el elemento a la totalidad y de la totalidad al elemento, sin que en ningún momento se pueda romper este movimiento entre la parte y el todo, movimiento mediante el cual, ambos se construyen recíprocamente. Es por ello, que la interpretación llega a representar una aproximación no definida del fenómeno en estudio, ya que siempre está en marcha y nunca se termina.

A efectos de alcanzar los objetivos de la presente investigación, la población seleccionada debe corresponder a la totalidad de estudiantes que integran un aula de estudio.

Se deben seleccionar diversas técnicas para la recolección de información, tales como la aplicación de instrumentos estructurados, la observación participante, la revisión documental y bibliográfica. así mismo, se recomienda em-

plear una serie de instrumentos adaptados del Herrmann Type Indicator, esto para determinar los estilos de pensamiento que prevalecen en el curso, de esta forma se procedería luego a, basado en las teorías del cerebro integrado, conformar los equipos de trabajo en el aula de clases.

## Resultados

Bajo este esquema de reconocimiento de estilos, el docente fija las normas básicas para el trabajo conjunto, es decir las “reglas de juego”, a fin de guiar el proceso creativo. Pero si realmente se desea estimular la creatividad y la innovación, deben ellos mismos, los docentes, participar en el proceso reconociendo su propio estilo de razonamiento, o de lo contrario no sabrán si realmente están favoreciendo o perjudicando el roce creativo.

Se recomienda utilizar los siguientes instrumentos de evaluación:

- Nombre: Myers-Briggs Type Indicator (MBTI)
- Autores: Myers, I, y Briggs, K. (1976)
- Breve descripción: El instrumento MBTI se diseñó para establecer preferencias individuales e identificar las diferencias entre las personas principalmente en aspectos de la personalidad. El MBTI se basó en la teoría tipológica de Jung y consta de preguntas dicotómicas que dan como resultados cuatro pares de alternativas de preferencias: Extrovertido (E) vs Introverso (I); Sensorial (S) vs Intuitivo (N); Racional (T) vs Emocional (F); Calificador (J) vs Perceptivo (P).
- Nombre: Cuestionario Honey-Alonso de Estilos de Aprendizaje (CHAEA)
- Autores: Alonso, C.; Gallego, D. y Honey, P. (1991). Universidad Nacional de Educación a Distancia (UNED), Madrid, España
- Breve descripción: Las aportaciones y experiencias de Honey y Mumford fueron recogidas en España por Catalina M. Alonso García en 1992, quien, junto con Domingo Gallego, adaptó el cuestionario LSQ de Estilos de Aprendizaje al ámbito académico y al idioma Español. Alonso y Gallego llamaron al cuestionario adaptado CHAEA (Cuestionario Honey-Alonso de Estilos de Aprendizaje). Los resultados del cuestionario se plasman en una hoja que sirve para determinar las preferencias en cuanto a los Estilos de Aprendizaje: Activo, Reflexivo, Teórico y Pragmático.

La aplicación de los instrumentos puede conducir a los siguientes resultados:

La obtención de un perfil del tipo de actividades que el individuo normalmente ejecuta, bien sea por exigencias de su actividad rutinaria, por lo que cree debe ser su desempeño o bien por lo que exigen que lleve a cabo. Los resultados mostraron que un porcentaje de los estudiantes corresponden a la Región Cortical Izquierda (CI), sección AZUL; otro porcentaje corresponde a la región Límbica Derecha (LD), sección ROJA; otro porcentaje corresponde a la Región Cortical Derecha (CD), sección AMARILLA; otro porcentaje corresponde a la región Límbica Izquierda (LI), sección Verde, y también se pueden obtener combinaciones AZUL-ROJO, AMARILLO-ROJO y VERDE-AMARILLO. Se pueden obtener resultados como lo muestra la figura 1:

Figura 1 Caracterización de hemisferios cerebrales



Fuente: Herrmann, (1989). *The creative brain*

Cada núcleo está asociado con un estilo particular de percibir al mundo, pensar, crear y aprender. La integración que se logre de la coalición de los diferentes centros y el proceso interactivo de información cruzada entre ellos, determina el potencial individual de operación cerebral (Gardie, 2001).

En conclusión se tiene que cada uno de los núcleos significa lo siguiente: A: Modos de pensamiento definidos como lógicos, analíticos, matemáticos, técnicos y que resuelven problemas lógicos. B: Modos de pensamiento definidos como controlados, detallados, conservadores, planificados, organizados y administrativos. C: Modos de pensamiento definidos como interpersonales, emocionales, musicales, espirituales y expresivos. D: Modos de pensamiento definidos como imaginativos, sintetizadores, artísticos, holísticos y conceptuales

La intensidad de uso de cada uno de los cuadrantes y la coalición que finalmente se logra en su interacción, representa metafóricamente nuestras cuatro formas de ser y reconoce las preferencias en cuatro modos. Este permite identificar los estilos individuales para crear, aprender, tomar decisiones, comunicarnos e interrelacionarnos con los demás.

El modelo Herrmann(1989) también permite determinar la intensidad del procesamiento cortical, cognoscitivo, en contraposición al pensamiento visceral del sistema límbico así como el pensamiento realista propio del hemisferio izquierdo, frente al idealista característico del cerebro derecho. Cada coalición es única en el universo de Estilos de Pensamiento.

## Recomendaciones

Se recomiendan las siguientes etapas para el proceso de formación equipos:

**Primera etapa:** Obtención del perfil del tipo de actividades que el individuo normalmente ejecuta, bien sea por exigencias de su actividad rutinaria, por lo que cree debe ser su desempeño o bien por lo que exigen que lleve a cabo

**Segunda Etapa:** Determinación de la distribución del Perfil Natural de Estilo de Pensamiento, que corresponde básicamente a las preferencias del individuo, de cómo se siente más cómodo al trabajar.

*26 Congreso Universitario de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas (2018)*

**Tercera Etapa:** Una vez obtenidos los resultados anteriores, se debe proceder a conformar los equipos de trabajo de la siguiente forma: Un equipo AMARILLO (D); un equipo ROJO (C); un equipo AZUL (A); un equipo verde (B), y varios equipos combinados. Los equipos unicolores se emplearan como elementos de control en la observación.

**Cuarta y última etapa:** Observar el desempeño de los equipos de acuerdo a sus preferencias. Se asignaran actividades, dinámicas desarrolladas en el aula que requieran de la creatividad para su ejecución

## Conclusiones

Tomar en cuenta las diferencias individuales, no sólo en el discurso sino en la práctica educativa, ayuda a entender que también los objetivos de los programas educativos son diferentes.

No existen estilos buenos ni malos, todos son correctos, sólo nos resta desarrollar otras facetas de los estilos para ser personas más armónicas ante la vida.

Aceptar la diversidad de estilos de pensamiento, ayuda a crear una atmósfera de experiencias para que cada persona enriquezca su potencial.

La aplicación de los estilos no es la panacea de la educación, sin embargo puede enriquecer el rendimiento y motivación de los alumnos, favorecer la comunicación y propiciar el respeto y la tolerancia a la pluralidad de ideas.

Conocer los estilos de aprendizaje permitirá asegurar la eficiencia del sistema de enseñanza y proponer modelos instruccionales para fomentar el trabajo en equipo (Bentley y Hall, 2001).

Se revisaron los fundamentos teóricos de los modelos empleados para la determinación de los estilos de aprendizaje, pensamiento y personalidad, que se basan en las teorías sobre Ciclo de Aprendizaje (D. Kolb), Cerebro Integral (N. Herrmann) y los Estilos de Personalidad Cognoscitiva (C. Jung.),

Se constataron las bondades de uno de estos tres modelos (Teoría del Cerebro Integrado) en lo referente al apoyo que estos pueden brindar en el proceso de enseñanza-aprendizaje, cuando se emplea la técnica de equipos de trabajo en el aula de clase.

Los equipos combinados demostraron mayor capacidad de organización e identificación del liderazgo, y lograron alcanzar mejores calificaciones en los grupos evaluados.

Trabajando los estilos de pensamiento se aumentara la efectividad y creatividad grupal.

Se recomienda reconocer desde un inicio de clases aplicar la técnica de estilos de pensamiento, para establecer las estrategias de trabajo en equipo en el aula de clases.

## Referencias

- Alonso, C., Gallego, D. y Honey, P. (1997). *Los estilos de aprendizaje: Procedimientos de diagnóstico y mejora* (3ª ed.). Madrid, España: Mensajero.
- Balestrini, M. (2007). *Procedimientos Técnicos de la investigación documental, orientaciones para la presentación de Informes, Monografías, tesis, tesinas, trabajos de Ascensos y Otros*. Caracas. Venezuela: Editorial Panapo.
- Bentley, J. y Hall, P. (2001) *Learning Orientation Questionnaire correlation with the Herrmann Brain Dominance Instrument: A validity study* Dissertation Abstracts International Section A: Humanities and Social Sciences, Vol 61(10-A), Apr 2001. pp. 3961.
- Gadamer, H. (1993). *Verdad y método* (Traducción al Castellano). Salamanca. España: Ediciones Sígueme.

Marisela Giraldo de López, María Alejandra Bedoya

- Gardie, O. (2001). *Cerebro Total. Enfoque Holístico – Creativo de La Educación y Reingeniería Mental*. II Encuentro Internacional de Creatividad y Educación, Valencia Venezuela.
- Guba, E. G. y Lincoln, Y. S. (1994). *Competing Paradigms in Qualitative Research*. En N.K.
- Herrmann, N. (1989). *The creative brain. Lake Lure*. North Caroline: The Ned Herrmann Group.
- Herrmann, N. (1999) *The Theory Behind the HBDI and Whole Brain Technology* [Documento en Línea]. Disponible: [www.hbdi.com/WholeBrainProductsAndServices](http://www.hbdi.com/WholeBrainProductsAndServices). [Consulta: 2018. Enero 10].
- Kolb, D. (1984). *Experiential learning: Experience as the source of learning and development*. Estados Unidos: Prentice Hall.
- Stake, R. (2007). *Investigación con estudio de casos*. Madrid. España: Ediciones Morata.



## La soledad de los Métodos Numéricos en la EPI de Gijón

Pedro Fortuny Ayuso, Pedro M<sup>a</sup> Suárez Rodríguez, Luis Bayón Arnau, José M<sup>a</sup> Grau Ribas, J. A. Otero Corte

Departamento de Matemáticas, Universidad de Oviedo, Campus de Viesques, EPI Gijón, Asturias.  
mails: [fortunypedro@uniovi.es](mailto:fortunypedro@uniovi.es); [pedrosr@uniovi.es](mailto:pedrosr@uniovi.es); [bayon@uniovi.es](mailto:bayon@uniovi.es)

---

### **Abstract**

*Send abstract with a maximum of 200 words (in English).*

*We analyze, first of all, the unbelievable situation of the course on Numerical Methods in the EPI at Gijón compared to the Spanish academic curriculum. After assessing the inconveniences caused by that situation, we propose a methodology which attempts to palliate them and improve its integration in the degree. By means of group projects, the student will be able to assess the true outreach of the contents of the course.*

**Keywords:** *Curricular integration, Basic Training, Group Project, Transversality*

---

### **Resumen**

*Este trabajo analiza en primer lugar la insólita situación de la asignatura de Métodos Numéricos en la EPI de Gijón dentro del panorama universitario español. En segundo lugar y dados los inconvenientes que presenta su ubicación en el plan de estudios, proponemos una metodología que trata de mejorar la integración de dicha asignatura dentro de la carrera. A través de la realización de trabajos grupales el alumno será consciente del verdadero alcance de los contenidos que ha estudiado.*

**Palabras clave:** *Integración, Formación básica, Trabajos Grupales, Transversalidad.*

### **Introducción**

La integración de las asignaturas básicas dentro de los planes de estudios de las Escuelas de Ingeniería es desde hace tiempo objeto de controversia y debate entre los profesionales de la

educación. Los profesores de los primeros años de las carreras de ingeniería vivimos constantemente con la preocupación de que el alumno sea consciente de que está aprendiendo algo útil que va a necesitar aplicar a lo largo de la carrera, en resumen, que no está perdiendo el tiempo.

De entre las asignaturas básicas que se imparten a los alumnos (física, química, etc.), este trabajo va a analizar una asignatura correspondiente al área de las Matemáticas, quizás una de las más conflictivas.

Consideramos que caben, a grandes rasgos, dos posturas con respecto a este tema.

- Las matemáticas deben enseñarse como una mera herramienta de trabajo, sin importarnos sus futuras aplicaciones.
- Las matemáticas deben presentarse como una herramienta necesaria para poder resolver problemas interesantes de aplicación a situaciones reales.

Los partidarios de la primera postura defienden que el operario que fabrica una llave inglesa no tiene por qué saber construir un coche. Pero nosotros consideramos que este símil es incorrecto. Para nosotros la situación se asemeja mucho más a la relación que existe entre el que diseña los amortiguadores y el chasis del coche o al fabricante de los neumáticos. Todos deben trabajar unidos para conseguir un único objetivo: el coche o en nuestro caso el graduado en Ingeniería.

Ubicando ya nuestro estudio comenzaremos diciendo que en la EPI de Gijón se imparten diversos Grados en Ingeniería: Tecnologías Industriales, Ingeniería Eléctrica, Ingeniería Electrónica Industrial y Automática, Ingeniería Mecánica, Ingeniería Química Industrial, Ingeniería en Tecnologías y Servicios de Telecomunicación e Ingeniería Informática en Tecnologías de la Información.

Para centrar nuestro estudio y que sea más asequible, vamos a considerar el Grado en Ingeniería de Tecnologías Industriales. En él, la Formación Básica en Matemáticas se estructura en las siguientes asignaturas. En primer curso: Álgebra Lineal, Cálculo, Métodos Numéricos y Estadística, todas ellas de formación básica y 6 créditos. En el apartado de Ampliación de Formación Básica y en segundo curso: Ampliación de Matemáticas, Obligatoria de 9 créditos.

La asignatura “Métodos Numéricos” tiene en la EPI de Gijón una situación realmente insólita dentro del panorama universitario español. Si nos centramos en el Grado en Ingeniería de Tecnologías Industriales (TI), vamos a comparar con la situación en otras escuelas de España, donde se imparte dicho grado.

En la Tabla 1 se presenta la Universidad de impartición, el nombre de la asignatura, el Curso (C), cuatrimestre dentro del curso (Q), número de créditos (Cr) y carácter (Ca).

Tabla 1. La asignatura en los Grados de TI

	Universidad	Asignatura	C	Q	Cr	Ca
[1]	UNED	Métodos Numéricos	4	2	5	OBL
[2]	Carlos III de Madrid	Cálculo Numérico	3	2	6	OPT
[3]	Politécnica de Cartagena	Cálculo Numérico	3	1	6	OBL
[4]	Pública de Navarra	Métodos Numéricos	3	2	3	OBL
[5]	A Coruña	Métodos Numéricos	4	1	6	OBL
[6]	Politécnica de Valencia	Métodos Matemáticos	2	2	6	OBL
[7]	Sevilla	Métodos Matemáticos	2	2	4,5	OBL
[8]	Politécnica de Madrid	Matemáticas de la especialidad	3	2	4,5	OBL
[9]	Valladolid	Matemáticas III	2	1	6	FB
[10]	Valladolid	Métodos Matemáticos en la Ing.	3	1	4,5	OBL
[11]	Politécnica de Cataluña	Métodos Numéricos	2	1	4,5	OBL
[12]	Vigo	Matemáticas de la especialidad	3	1	6	OBL
[13]	Jaume I	Métodos Matemáticos	3	1	6	OBL
[14]	Universidad de Cantabria	Métodos Matemáticos para Ing.	2	1	6	FB
[15]	Universidad de Cantabria	Métodos Numéricos	4	1	6	OBL

Fuente: Elaboración propia (2018)

Este estudio no es exhaustivo, pero sí bastante completo. En primer lugar, nos hemos limitado a las universidades públicas. Y en segundo lugar sólo hemos incluido los centros en donde los contenidos de cálculo numérico han sido recogidos en una asignatura (o a veces dos asignaturas), pero siempre siendo el constituyente fundamental de las mismas. Además, en algunas de las Escuelas en que se imparte en segundo curso, el contenido a esa altura es básico, pues hay más adelante otra materia complementaria.

En ocasiones, como en la Universidad de Zaragoza [16], el contenido de cálculo numérico se reparte entre varias asignaturas, siendo su presencia casi testimonial. Y en otros casos directamente no aparece en los planes de estudio, como en las Universidades de Deusto [17], Cádiz [18] y Nebrija [19]. Estos casos no los hemos incluido en la tabla.

Quizás donde mejor se plasme la incoherencia de esta situación es si reproducimos como se describen en la UNED los objetivos de esta asignatura

*“El objetivo de Métodos Numéricos es reforzar las competencias del grado que se desarrollan en los estudios de posgrado. No hay que olvidar que Métodos Numéricos es una asignatura ... que proporciona una formación necesaria para continuar los estudios, en la UNED, en el Máster universitario oficial que confiere las atribuciones profesionales del Ingeniero Industrial (superior)”.*

El estudio de las Matemáticas en la Ingeniería se debe a las leyes científicas, que, por estar basadas en experimentos u observaciones, se traducen en ecuaciones matemáticas. En cada caso las ecuaciones: lineales, no lineales, diferenciales... representan una simplificación idealizada del problema físico con el que nos encontramos, llamándose a este método modelización matemática del problema. Los Métodos Numéricos son imprescindibles como herramienta de aproximación de las soluciones no calculables analíticamente.

Por ejemplo, las Ecuaciones Diferenciales tienen una importancia fundamental para los ingenieros. Estas ecuaciones son fundamentales para poder desarrollar modelos matemáticos que van a servir para ayudar a comprender los diferentes fenómenos físicos que se les van a plantear. En el plan de estudios anterior existía la asignatura de Ecuaciones Diferenciales, que por desgracia en los distintos grados de ingeniería en nuestro centro desapareció y en la actualidad el tema de ecuaciones diferenciales se explica en la asignatura de Ampliación de Matemáticas que está ubicada en el segundo curso de la carrera. Si importante es para los ingenieros estudiar los conceptos y métodos de resolución de las ecuaciones diferenciales, aún más importante, hoy en día, es que conozcan los distintos métodos de resolución aproximada, tanto de las ecuaciones diferenciales ordinarias como de las ecuaciones diferenciales en derivadas parciales.

Por tanto, podemos resumir diciendo que los alumnos en primer curso:

- No han visto aún problemas reales de ingeniería.
- No saben lo que es modelizar matemáticamente un problema.
- No han visto el concepto de Ecuaciones Diferenciales. ¿Cómo van a resolverlas de forma numérica si no las han visto?

A la vista de esta situación, y dados los inconvenientes que presenta su ubicación en el plan de estudios, en la siguiente sección y como parte fundamental de este trabajo, proponemos una metodología que trata de mejorar la integración de dicha asignatura dentro de la carrera. Sin embargo, la tarea no es nada sencilla ya que en el primer año de la carrera es muy difícil proponer problemas atrayentes y que además puedan resolver los alumnos con los conceptos ya estudiados.

## Metodología

En este trabajo presentamos una metodología que hemos desarrollado en la EPI de Gijón en los últimos años para tratar de paliar esta situación.

Tradicionalmente en las asignaturas básicas de matemáticas se proponen numerosos ejercicios prácticos para que el alumno vea la aplicación de los conceptos estudiados en su carrera. Hay numerosos ejemplos en las áreas de integrales dobles, triples, de línea y de superficie para hallar áreas, volúmenes, circulación, flujos, etc. También se potencian los teoremas de Stokes y Gauss acudiendo a la teoría de campos eléctricos y magnéticos. Las series de Fourier son muy fáciles de motivar con el estudio de la señal y qué decir de las ecuaciones diferenciales: problemas de movimientos, circuitos eléctricos, vibraciones, leyes de crecimiento o desintegración, enfriamiento y calentamiento, etc. ¡Casi sería más fácil decir dónde no se aplican!

La situación, sin embargo, no es tan sencilla con la asignatura de Métodos Numéricos. Se trata de una asignatura donde el alumno debe entender en primer lugar que los problemas de ingeniería reales conllevan modelos matemáticos complejos. La utilización de esos modelos conduce a problemas cuya solución analítica es prácticamente imposible. De ahí la necesidad de los métodos numéricos.

La idea que mostramos a continuación consiste en proponer una serie de trabajos que los alumnos realizarán por grupos reducidos (3-4 alumnos por grupo) en las Prácticas de Laboratorio (PLs) de la asignatura. Además del propio trabajo, que presentan en un informe escrito, los alumnos también realizan una presentación oral en clase, delante del resto de compañeros y tras la cual se someten a las preguntas que les realizan tanto el profesor como el resto de compañeros de la clase. Por supuesto, el trabajo tiene un peso en la nota de la asignatura, en este caso el 20% de la nota de PLs.

Presentamos a modo de ejemplo varios de los temas que se proponen a los alumnos. Los primeros versan sobre la resolución de ecuaciones no lineales, a continuación, se presenta uno relacionado con los sistemas lineales y, finalmente un proyecto “inverso” en que la transformada de Fourier discreta se les presenta ya programada y con ejemplos y se espera que expliquen (al menos someramente) su funcionamiento. Todas las aplicaciones comienzan con una pequeña introducción que sirve de motivación para a continuación esbozar los principales objetivos que se pretenden conseguir.

### Aplicación 1: LEYES DE LOS GASES IDEALES Y NO IDEALES

La ley de los gases ideales está dada por:

$$PV = nRT$$

En ella  $P$  es la presión absoluta,  $V$  es el volumen,  $n$  es el número de moles,  $R$  es la constante universal de los gases y  $T$  es la temperatura absoluta. Sin embargo, el comportamiento de una sustancia real es mucho más complejo.

A lo largo del tiempo se han propuesto distintas ecuaciones de estado para los gases reales, siendo la más sencilla la de van der Waals:

$$\left(P + \frac{n^2 a}{V^2}\right)(V - nb) = nRT$$

Pero suele usarse esta forma alternativa de la ecuación de van der Waals en variables reducidas:

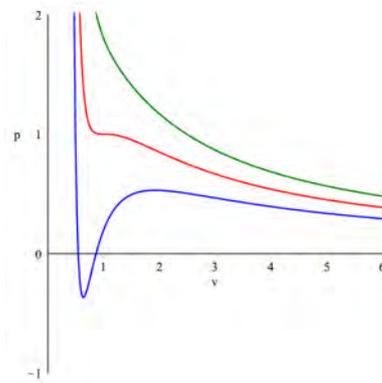
$$\left(P_R + \frac{3}{V_R^2}\right)(3V_R - 1) = 8T_R$$

O despejando:

$$V_R^3 - \frac{1}{3}\left(1 + \frac{8T_R}{P_R}\right)V_R^2 + \frac{3}{P_R}V_R - \frac{1}{P_R} = 0$$

Si representamos sus isothermas en un diagrama  $P$ - $V$  se tiene:

Figura 1 Isothermas de la ecuación de van der Waals.



Fuente: Elaboración propia.

Si fijamos la temperatura vemos que para ciertos valores de presión hay 3 valores de volumen y para otros sólo uno.

Fijando distintos valores de  $T_R$  y  $P_R$ , resolver la ecuación de van der Waals en varios casos. Aplicar los métodos vistos en clase, analizando las dificultades encontradas. Por ejemplo:

- En Bisección: Estudiar cómo estimar los dos valores iniciales.
- En Newton-Raphson: Estudiar cómo estimar el valor inicial.
- En Punto Fijo: Estudiar cómo elegir la función de iteración.

## Aplicación 2: FACTOR DE FRICCIÓN EN FLUIDOS

La ecuación de Darcy-Weisbach es una ecuación ampliamente usada en fluidos. Permite el cálculo de la pérdida de carga debida a la fricción dentro una tubería llena:

$$h_f = f \frac{8 \cdot L \cdot Q^2}{g \cdot \pi^2 \cdot D^5}$$

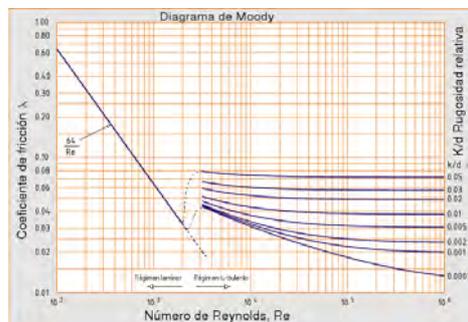
En ella:  $h_f$  = pérdida de carga debida a la fricción (m);  $f$  = factor de fricción de Darcy (adimensional);  $L$  = longitud de la tubería (m);  $D$  = diámetro de la tubería (m);  $g$  = aceleración de la gravedad  $\approx 9,81$  (m/s<sup>2</sup>);  $Q$  = caudal (m<sup>3</sup>/s),

El factor de fricción  $f$  es adimensional y varía de acuerdo a los parámetros de la tubería (rugosidad y diámetro) y del tipo de flujo (número de Reynolds). La ecuación más usada para calcular el factor de fricción es la *Ecuación de Colebrook-White*:

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \log_{10} \left( \frac{e}{3.7D} + \frac{2.51}{Re\sqrt{f}} \right)$$

En ella:  $Re$  = el número de Reynolds;  $e/D$  = la rugosidad relativa;  $f$  = el factor de fricción.

Figura 2 Diagrama de Moody.



Fuente: <https://es.wikipedia.org>.

Aunque la forma más sencilla y directa de obtener el valor de  $f$  es hacer uso del diagrama de Moody, existen muchas ecuaciones explícitas que se usan para aproximar a la ecuación de Colebrook-White. Entre ellas están: Streeter, Pavlov o Miller. Sin embargo, debe recordarse que estas ecuaciones y el gráfico sólo dan aproximaciones.

Nuestro trabajo se va a centrar, lógicamente, en resolver, con los Métodos Numéricos vistos en clase, dicha ecuación implícita.

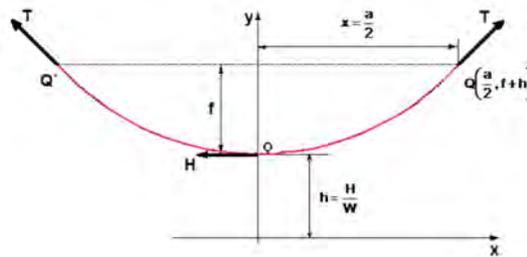
Fijando distintos valores de  $Re$  y  $e/D$ , resolver la ecuación de Colebrook-White y hallar el factor  $f$  para distintos casos. Aplicar los métodos vistos en clase, analizando las dificultades encontradas. Por ejemplo:

- En Bisección: Estudiar cómo estimar los dos valores iniciales.
- En Newton-Raphson: Estudiar cómo estimar el valor inicial.
- En Punto Fijo: Estudiar cómo elegir la función de iteración.

### Aplicación 3: CÁLCULO MECÁNICO DE LAS LINEAS DE TRANSMISIÓN

Se denomina catenaria la curva de equilibrio que adopta un hilo uniforme sometido a su propio peso. La distancia  $f$  entre el punto más bajo situado en el centro de la curva y la recta  $QQ'$ , que une los apoyos, recibe el nombre de *flecha*. Se llama *vano* o *luz* a la distancia  $a$  entre los dos puntos de apoyo.

Figura 3 Catenaria.



Fuente: [Cálculo Mecánico de Líneas de Transmisión, G. A. Nava]

Sea:  $H$  la Tensión horizontal en el punto más bajo de la catenaria (kg) y  $W$  el peso del cable por metro (kg/m). Se considera un eje de abscisas a una distancia de  $O$  de:

$$h = \frac{H}{W}$$

Se pueden deducir las siguientes ecuaciones para el arco de la catenaria.

Ecuación cartesiana de la catenaria:  $y = h \cosh\left(\frac{x}{h}\right)$

Longitud entre el vértice ( $x = 0$ ) y un punto de abscisa  $x$ :  $L = h \sinh\left(\frac{x}{h}\right)$

Tensión del cable en un punto cualquiera de abscisa  $x$ :  $T = H \cosh\left(\frac{x}{h}\right)$

Supongamos ahora el siguiente problema. Consideremos un cable con carga  $W$  constante por unidad de longitud del cable, donde son conocidas la flecha  $f$  y la luz  $a$  entre apoyos a la misma altura. Se desea calcular la tensión  $H$  y la tensión  $T$  en los extremos cable.

Para resolver el problema es preciso resolver la ecuación:

$$f + h = h \cosh\left(\frac{a}{2h}\right)$$

en  $h$ , y una vez obtenido el valor de  $h$ , los valores de la tensión se obtienen como:

$$H = Wh; T = H \cosh\left(\frac{a}{2h}\right)$$

Aplicar los métodos vistos en clase, analizando las dificultades encontradas. Por ejemplo:

- En Bisección: Estudiar como estimar los dos valores iniciales.
- En Newton-Raphson: Estudiar como estimar el valor inicial.
- En Punto Fijo: Estudiar cómo elegir la función de iteración.

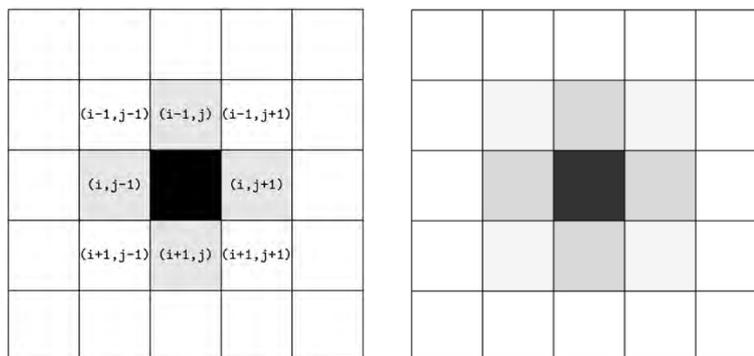
#### Aplicación 4: DESENFUQUE GAUSSIANO DE UNA IMAGEN

Dada una imagen (en escala de grises, para simplificar) entendida como una matriz de puntos, la operación de desenfoque gaussiano más elemental consiste en transformar la imagen haciendo que cada punto “distribuya” su intensidad entre los adyacentes, de manera que la suma de las proporciones asignadas a cada punto sea 1.

Para realizar este proceso se convierte la matriz de la imagen en un vector y (de manera elemental pero no óptima) se crea una matriz (dispersa, desde luego) del tamaño adecuado que represente la combinación de todas esas transformaciones (este tipo de desenfoque es una operación lineal). Como objetivos del trabajo están, a modo de ejemplo:

- Explicar cómo se transforma la imagen matricial en un vector.
- Describir explícitamente la matriz de transformación. Prestar especial cuidado a los puntos del borde de la imagen (¿cómo es en ellos la transformación? ¿y en las esquinas?).
- ¿Tiene la matriz alguna forma especial?
- ¿Cómo se calcula el desenfoque? ¿Cuántas iteraciones hacen falta?
- ¿Puede utilizarse esto para enfocar una imagen desenfocada? ¿por qué?

-  
- **Figura 4 Puntos adyacentes al (i,j) y en qué se transformaría si fuera 100% negro y el resto blanco.**

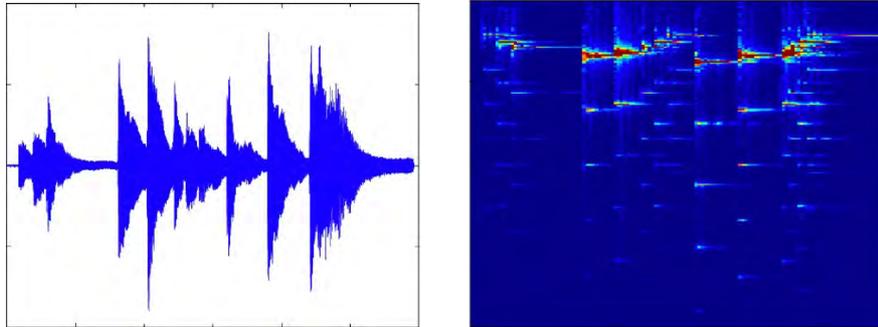


- Fuente: Elaboración propia.

### **Aplicación 5: El espectro de audio y la transformada de Fourier**

La discretización de una onda de audio puede representarse como una secuencia de presiones. Si se divide en tramas de breve duración y se calcula la transformada de Fourier discreta de la onda en cada una de ellas, se obtiene, para cada una, una distribución de las ondas principales que forman parte del sonido de la trama (el “espectro”). Si todas estas distribuciones se representan como una secuencia de líneas de intensidad, se obtiene una representación temporal de la distribución espectral del sonido completo: lo que se conoce como “el espectro” de la onda.

**Figura 5 Una onda de audio (una frase de piano) y una representación de su espectro.**



Fuente: Elaboración propia.

Este trabajo consiste en que los alumnos, a partir de los datos que se incluyen (una onda de una frase de piano y una de un trino de pájaro) y de los programas que se adjuntan (uno que realiza la transformada de Fourier de manera elemental y otro que calcula todo el espectro), traten de:

- Explicar las nociones de discretización, trama y espectro.
- Explicar la noción de transformada discreta de Fourier como interpolación lineal por mínimos cuadrados.
- Explicar las semejanzas y diferencias entre las gráficas de las ondas de audio (la del trino tiene mucho ruido) y sus correspondientes espectros.

Evidentemente, no se espera que los alumnos adquieran un conocimiento teórico de la transformada de Fourier, sino familiarizarlos con las técnicas de discretización, muestreo y aproximación por mínimos cuadrados en problemas con dimensiones grandes.

### **Reflexiones sobre los ejemplos**

Consideramos fundamental que sean los alumnos los que investiguen en primer lugar el origen del problema. El mero hecho de resolver funciones, por ejemplo, o de plantear sistemas de ecuaciones lineales genera una sensación de “irrealidad” natural en el alumno.

En segundo lugar, y una vez entendido el problema, deben relacionarlo (y, si es el caso, resolverlo) con los métodos numéricos apropiados. En este caso, para las ecuaciones no lineales, deben recurrir a bisección, regula falsi, punto fijo, Newton-Raphson y secante, que son los que se han estudiado en clase. Para las aplicaciones lineales y para el espectro, deben comprender el papel del álgebra lineal en las aplicaciones comunes: la gestión de imágenes o la transformada de Fourier.

Así, serán conscientes de que un problema real, no consiste en resolver un ejercicio “de salón”. Se encontrarán situaciones en que la física (o las restricciones de tamaño de una imagen) imponen requisitos que han de tenerse en cuenta a la hora de comprobar si la solución obtenida por medio de un método numérico es razonable o no. Si el Método de Newton da una raíz que implica un volumen negativo, o si la matriz de desenfoque no se define correctamente en los bordes, o si el espectro generara ondas con frecuencia mayor que la de Nyquist, ¿tendría sentido esa “solución”?

En el caso, además de las ecuaciones no lineales, los alumnos presentan las soluciones obtenidas comparando los distintos métodos y analizan las ventajas e inconvenientes de cada uno de ellos sobre un problema real. De esta forma son ellos los que juzgan al método y no es simplemente una pregunta más de un examen que hay que responder por obligación.

## **Resultados**

La primera implantación de esta metodología tuvo lugar en el curso 2016-17 y se comprobó que los alumnos mostraban un alto grado de interés en los problemas propuestos (que ese año consistieron exclusivamente en la utilización de los métodos aproximados de cálculo de raíces a problemas reales) y un buen grado de comprensión de ellos, lo que les lleva a experimentar de primera mano la utilidad de los algoritmos teóricos para aplicaciones experimentales ingenieriles.

## **Conclusiones**

Nos parece que la única manera de enfrentarse al problema de la desubicación de la asignatura en el plan de estudios es hacer que el alumno compruebe cómo las técnicas teóricas de cálculo numérico son directamente aplicables a problemas comprensibles por él. Esto requiere la búsqueda detallada de estas cuestiones, pues los estudiantes de primer curso no tienen el suficiente conocimiento de las materias como para plantearles problemas “de clase” en los que tenga sentido aplicar los métodos numéricos. Pensamos que la realización de un trabajo en grupo es un planteamiento coherente y eficaz para paliar esta deficiencia.

Ventajas:

- Al preparar ellos el tema se familiarizan con él y toman mucho más interés que si lo presentara el profesor.
- Son conscientes de lo diferente que es un problema real de uno teórico inventado.

- Al tener que resolver un problema real de forma eficiente, comparan los distintos métodos y fomentan el espíritu crítico.
- Conseguimos de laguna manera integrar la asignatura en la carrera, a pesar de estar aún en primer curso.

## **Referencias**

- [1] UNED: Ficha descriptiva de Métodos Numéricos (Cód. 68904032) <http://portal.uned.es/>
- [2] UC3M: Grado en Tecnologías Industriales <http://www.uc3m.es>
- [3] UPCT: Grado en Ingeniería en Tecnologías Industriales (5121) <http://www.upct.es>
- [4] UNavarra: Grado en Ingeniería en Tecnologías Industriales, Guía de asignaturas <http://www.unavarra.es/>
- [5] UDC: Grado en Ingeniería en Tecnologías Industriales, estructura <http://estudios.udc.es/>
- [6] UPV: Grado en Ingeniería en Tecnologías Industriales <http://www.upv.es/>
- [7] US: Grado en Ingeniería en Tecnologías Industriales (Asignatura de Métodos Matemáticos) <http://www.us.es/>
- [8] UPM: Guía de Aprendizaje, Matemáticas de la especialidad de Ingeniería Mecánica (55000054) <http://www.upm.es>
- [9] UVA: Guía Docente Matemáticas III del grado en Tecnologías Industriales <http://www.uva.es/>
- [10] UVA: Proyecto Docente de la Asignatura Métodos Matemáticos en la Ingeniería, Grado en Tecnologías Industriales <http://www.uva.es/>
- [11] UPC: Ficha 240032 (Métodos Numéricos) <http://www.upc.edu>
- [12] UVigo: Ficha V12G360V01505, Matemática Aplicada I, Grado en Ingeniería en Tecnologías Industriales <http://www.uvigo.gal/>
- [13] UJI: Métodos Matemáticos (Cód. ET1022) <http://www.uji.es>
- [14] UNICAN: Guía de la asignaturas (código G1019) Métodos Matemáticos para la Ingeniería. Grado en Ingeniería en Tecnologías Industriales <http://www.unican.es>
- [15] UNICAN: Guía de la asignaturas (código G697) Métodos. Grado en Ingeniería en Tecnologías Industriales <http://www.unican.es>
- [16] UNIZAR: Mapa del Grado de Ingeniería en Tecnologías Industriales <http://www.unizar.es/>
- [17] Deusto: Plan de estudios, Grado en Ingeniería en Tecnologías Industriales <http://www.deusto.es/>
- [18] UCA: Planificación de la enseñanza, ESI. <http://www.uca.es/>
- [19] UNebrija: Plan de estudios del Grado de Ingeniería en Tecnologías Industriales <http://www-nebrija.com/>



## Mejora de la calidad de la Formación Postgraduada en Ortodoncia de la Universidad de Oviedo

**Teresa Cobo Díaz (\*), Juan M. Cobo Plana (\*), Alberto A. Suárez (\*\*)**

\* Departamento de Cirugía y Especialidades Médico-Quirúrgicas Universidad de Oviedo, e Instituto Asturiano de Odontología, c/ Julián Clavería 6, Universidad de Oviedo, 33006, Oviedo, España. Teléfono: +34-985966014 Email: [teresacobo@uniovi.es](mailto:teresacobo@uniovi.es); [jcobo@uniovi.es](mailto:jcobo@uniovi.es)

\*\* Área de Ingeniería Mecánica. Escuela Politécnica Superior de Ingeniería de Gijón. Universidad de Oviedo, c/. Principado 3, 2ª planta. 33007. Oviedo. España. Teléfono: +34-985109582 Email: [suarez@uniovi.es](mailto:suarez@uniovi.es)

---

### **Abstract**

*The Instituto Asturiano de Odontología, as a spin off from the University of Oviedo, where the Postgraduate Training in Orthodontics is exclusively taught, defined three lines of action in 2016, one of them being training. To achieve an improvement in the quality of the teaching of Postgraduate Training, an in-depth study was carried out, which obtained a fundamental and distinctive result in August 2017, the EFQM 400+ seal of excellence. Two priority areas for improvement were also detected in this study: improving the satisfaction of patients and students, for which a series of measures were implemented both in the clinic and in the teaching, with these measures obtaining results in February of 2018 that improved patient satisfaction by 15% and student satisfaction by 25% compared to the previous year.*

**Keywords:** *Quality, EFQM, Postgraduate Training, University*

---

### **Resumen**

*El Instituto Asturiano de Odontología, como spin off de la Universidad de Oviedo dónde se imparte en exclusiva la Formación Postgraduada en Ortodoncia definió en el año 2016 tres líneas de actuación, una de ellas basada en la Formación.*

*Para conseguir una mejora en la calidad de la enseñanza de la Formación Postgraduada, se realizó un estudio en profundidad del que se obtuvo un resultado fundamental y distintivo en agosto de 2017, el sello de excelencia EFQM 400+. Gracias a este estudio, también se detectaron dos áreas de mejora prioritarias: mejorar la satisfacción de los pacientes y mejorar la satisfacción de los alumnos, para ello, se implantaron una serie de medidas tanto en clínica, como en la docencia, con estas medidas se obtuvieron unos resultados en febrero de 2018, que mejoraban la satisfacción de los pacientes en un 15% y la satisfacción del alumnado en un 25%, respecto del año anterior.*

**Palabras clave:** *Calidad, EFQM, Formación Postgraduada, Universidad.*

## **Introducción**

Con más de veinticinco años de experiencia, el Postgrado de Ortodoncia de la Universidad de Oviedo (Uniovi), se ha desarrollado con una duración de tres años a tiempo completo, adaptado al Proyecto Erasmus de Ortodoncia (1992).

El Instituto Asturiano de Odontología (IAO), es un centro en convenio con la Universidad de Oviedo (spin-off académico universitario fundado en el año 2002), que ofrece servicios ortodóncicos para la formación especializada, contribuyendo al desarrollo profesional, y a su vez, dando respuesta a la responsabilidad social de difusión del conocimiento científico.

El IAO surgió con la intención de convertirse en un centro de referencia de formación clínica en el sector odontológico, con especial dedicación a la ortodoncia.

La misión del IAO es prestar un servicio eficiente y eficaz en ortodoncia, adaptado a las necesidades de nuestros pacientes y ofrecer una formación postgraduada de excelencia, especializada en el campo de la ortodoncia.

Para conseguirlo, se ha marcado la diferencia tanto en la calidad de la formación, como en el servicio y tratamiento, dotando a la empresa de los medios técnicos más modernos junto con un grupo humano seleccionado, y con reconocida experiencia en el campo de la ortodoncia.

La visión del IAO es ser un instituto dental líder a nivel nacional, por las iniciativas implantadas en materia de calidad y las buenas prácticas en la formación y prestación del servicio, así como convertirse en un centro de referencia internacional de formación en ortodoncia, y atraer estudiantes y becarios predoctorales españoles y extranjeros de prestigio. La visión en temas de innovación es realizar proyectos de I+D+i tendentes al desarrollo de tecnologías susceptibles de generación de patentes propias, mantener una actitud de constante alerta, acerca de las innovaciones tecnológicas que se producen en nuestro entorno, que permita estar posicionado en la vanguardia del estado del arte en sus áreas de especialización, y establecer alianzas estratégicas con centros nacionales e internacionales de referencia en el sector.

## Trabajos Relacionados

El IAO, analiza las necesidades anualmente de los grupos de interés con los que trabaja, con la finalidad de ofrecer un servicio de calidad en el tratamiento de los pacientes y la formación impartida. Una de las herramientas utilizadas son las encuestas de satisfacción con los servicios prestados.

Las estrategias clave de la organización para garantizar la sostenibilidad son:

- La calidad en la prestación del servicio a los pacientes y estudiantes.
- La internacionalización.
- Las actividades de investigación, desarrollo e innovación, relacionadas con los estudiantes y con el profesorado.

El principal objetivo estratégico del IAO, es convertirse en un centro de referencia de formación clínica en el sector odontológico, con especial dedicación a la Ortodoncia. Las líneas estratégicas son:

- 1.-Centro de referencia en la formación en ortodoncia.
- 2.-Impulsar la práctica de la innovación permanente.

El IAO tiene implantado un Sistema de Gestión de la Calidad Certificado según la Norma ISO 9001 desde el año 2004 ER-1399/2004, de alcance “Prestación del servicio de Ortodoncia y Ortopedia Dentofacial. Prestación de infraestructura y personal de apoyo para la formación práctica clínica de alumnos de grado y postgrado en Ortodoncia de la Universidad de Oviedo” y un Sistema de Gestión de la I+D+i, certificado según la Norma UNE 166002 IDI-0040/2009 de alcance “Investigación, Desarrollo e Innovación en Ciencias Médicas (Odontología)”.



Figura 1. Sello ISO 9001 y UNE 166002

El IAO busca colaboraciones para establecer un beneficio mutuo, considerando una línea fundamental la búsqueda y establecimiento de alianzas con otras instituciones, empresas, organizaciones, etc.

Con esta colaboración, se contribuye a la mejora educativa y al desarrollo de la misión, permitiendo mejorar las prestaciones para los alumnos y los servicios prestados a los pacientes.

## Objetivos y Metodología

En el año 2016, se definieron 3 líneas de actuación fundamentales: Ortodoncia, Formación e Investigación.

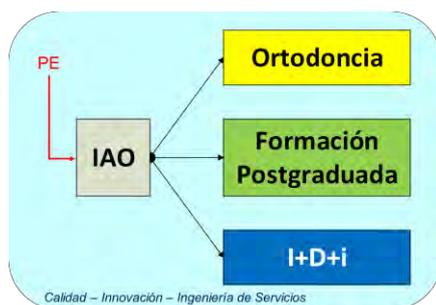


Figura 2. Líneas actuación IAO

Para continuar con la mejora en la calidad de la enseñanza de la Formación Postgraduada en Ortodoncia de la Universidad de Oviedo, el Profesor Juan Cobo (director de la Formación), junto con todo el personal docente de la Formación, deciden dar un paso adelante e implantar el modelo EFQM en el IAO, con el objetivo de obtener el sello de excelencia 400+.

Durante un año todo el equipo del IAO, se implicó para realizar la memoria conceptual de la implantación del modelo EFQM, en dicha memoria se volcaron todas las mejoras y resultados obtenidos, en especial, de la Formación Postgraduada en Ortodoncia.

En agosto de 2017, el IAO obtiene el sello 400+ del modelo EFQM.

Como resultado del estudio en profundidad realizado, se detectó que los alumnos no estaban satisfechos con la manera en que recibían la comunicación y/o información sobre las clases, trabajos, tutorías, etc. Tal y como se puede evidenciar en las preguntas relacionadas de la encuesta de satisfacción del curso 2015-2016 (alumnos encuestados 62) y 2016-2017 (alumnos encuestados 63).



Figura 3. Encuesta satisfacción alumnado curso 2015-2016 y 2016-2017

A raíz de estos resultados, se genera una oportunidad de mejora de la calidad de la Formación Postgraduada en Ortodoncia, que se define de la siguiente manera: mejora de la gestión de la documentación que se facilita al alumnado, y desarrollo de una base de datos que permita facilitar información de cursos anteriores, tanto a los alumnos como al profesorado.

Con esta medida se adoptan los principales objetivos perseguidos:

- Mejorar la comunicación entre profesorado y alumno.
- Mejorar el control de la documentación de la Formación Postgraduada en Ortodoncia.
- Disponer de la información y documentación de las clases previamente.
- Realizar Comunicados, avisos sobre variaciones, incidencias de la Formación en el momento.
- Archivo de la documentación facilitada por los profesores (controlada por la Coordinadora Académica para su gestión).
- Mejorar la satisfacción del alumnado.

Se decide implantar un gestor documental en el IAO (la Universidad de Oviedo no dispone de un gestor documental para la docencia que se imparte de los distintos grados y másteres de la Facultad de Medicina y Ciencias de la Salud), para poder realizar una mejora en la gestión de la documentación y la comunicación de la Formación Postgraduada en Ortodoncia. Para ello, se ha colaborado con una empresa externa que a dado apoyo a cuestiones técnicas y de desarrollado del gestor documental, según las necesidades e indicaciones dadas por el personal docente implicado.

Para el correcto desarrollo, se mantuvieron reuniones con todo el personal docente, que permitieron realizar un diseño fácil e intuitivo del gestor documental y cubrir todas las necesidades de los alumnos y el profesorado, y por supuesto, las carencias detectadas en cursos anteriores.

Se diseña un gestor que permita a los alumnos realizar las siguientes tareas: cargar documentos (trabajos, casos clínicos, informes, etc.), descargar documentos facilitados (imágenes pacientes, radiografías, clases, etc.), además, disponen de un campo de observaciones para poder interactuar con el profesorado una vez cargados los trabajos, y un apartado de avisos, dónde la Coordinadora Académica les cuelga información relevante referente a las clases, horarios, profesores, etc. El diseño para los profesores es similar al de los alumnos, dónde tienen acceso a los cursos en los que imparten clases y pueden cargar y descargar documentos, tanto propios como de los alumnos e interactuar con los mismos.

Para que los alumnos entendieran el correcto funcionamiento del gestor documental y supieran aprovecharlo al máximo, el Gestor del IAO, Alberto A. Suárez les dio una charla a cada uno de los cursos de la Formación Postgraduada, explicándoles todas las funcionalidades que se habían desarrollado e indicándoles, cómo iban a empezar a trabajar tanto profesores como ellos mismos.

La misma formación, se impartió a los profesores para aclarar las posibles dudas que pudieran surgir.

*Mejora de la calidad de la Formación Postgraduada en Ortodoncia de la Universidad de Oviedo*

En diciembre de 2017, se implantó con éxito el gestor documental para la Formación Postgraduada en Ortodoncia de la Universidad de Oviedo, después de varios meses de pruebas, cambios, mejoras.

Otro resultado del estudio realizado detectó que los pacientes, que asisten al servicio de Ortodoncia, no están satisfechos con el tiempo de espera en las visitas como se puede ver en las encuestas de satisfacción de los pacientes del año 2016 (número de encuestas totales realizadas:294) y 2017 (número de encuestas totales realizadas:465), esto es debido a que los tiempos de las intervenciones están asignados por los doctores de la clínica sin tener en cuenta, que el tiempo que emplean los alumnos en realizar las intervenciones es mayor.



**Figura 4. Encuesta satisfacción pacientes 2016**



**Figura 5. Encuesta satisfacción pacientes 2017**

Se genera una oportunidad de mejora a raíz de los resultados obtenidos, consistente en: definir los tiempos de las distintas intervenciones en función del alumnado para que así, en los turnos que los alumnos están en clínica atendiendo a los pacientes los tiempos se ajusten

a la realidad, los pacientes no tengan un tiempo de espera excesivo en sus visitas, y los alumnos puedan trabajar con una mayor tranquilidad, aclarando las dudas que les surjan con el profesor y sin estar pendientes de los tiempos.

Durante el último trimestre del año 2017, los doctores ajustaron los tiempos de las distintas intervenciones para comenzar el año 2018 con tiempos que se ajusten a la realidad.

## Resultados

Desde que se implantó el gestor documental, se tiene un control absoluto de la información que se facilita a cada alumno de los pacientes, así mismo, se conoce cuando los propios alumnos de la Formación Postgraduada descargan la documentación facilitada, este es un dato muy relevante debido a la Ley de Protección de Datos, que entrará en vigor el 25 de mayo del presente año.

De la misma manera, los alumnos tienen disponible en cualquier momento las presentaciones de las clases de los distintos profesores, documentación muy importante y que, con anterioridad a la implantación del gestor, tenían que solicitarla a la Coordinadora Académica y tardaban unos días en tenerla disponible para su uso y consulta.

Por último, a la hora de presentar trabajos, casos clínicos, etc. no es necesario que los impriman y los presenten en papel, ahora lo cargan directamente en el gestor documental, el profesor los corrige y a través del mismo gestor documental les comenta los errores y/o cambios necesarios a realizar, por lo que, también estamos colaborando en la mejora de la gestión ambiental del IAO. Este apartado mejora la calidad de la comunicación, nuestros alumnos solo están una semana al mes de forma presencial en las instalaciones del IAO, el resto es trabajo no presencial desde sus casas. Gracias al gestor, la comunicación es más fluida y rápida, y las dudas son resueltas antes de que vengan presencialmente lo que permite avanzar en la mejora de su formación.

Se ha cumplido al cien por cien, los objetivos perseguidos con la primera acción de mejora tomada. Las encuestas de satisfacción realizadas a los alumnos de la Formación Postgraduada (64 alumnos en total) durante el mes de febrero así lo cercioran.

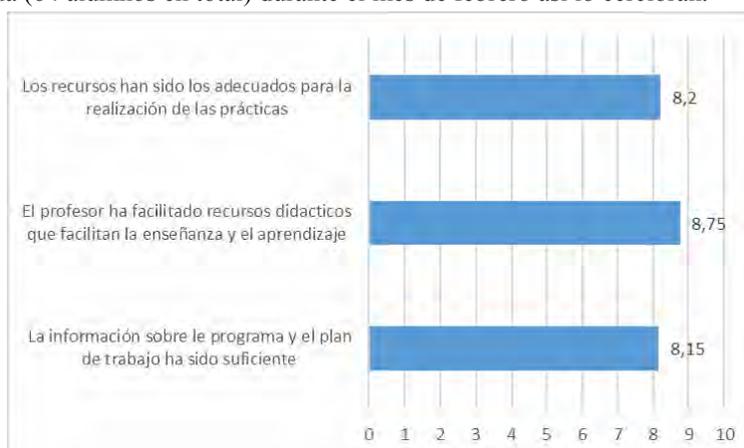


Figura 6. Encuesta satisfacción alumnado curso 2017-2018



Figura 7. Evolución satisfacción alumnado

De igual manera, las encuestas realizadas a los pacientes (número total de encuestas 89), en los dos primeros meses del año 2018, muestran una tendencia positiva respecto a los años anteriores en la satisfacción en el tiempo de espera como se puede observar en la figura 9.



Figura 8. Encuesta satisfacción pacientes 2018

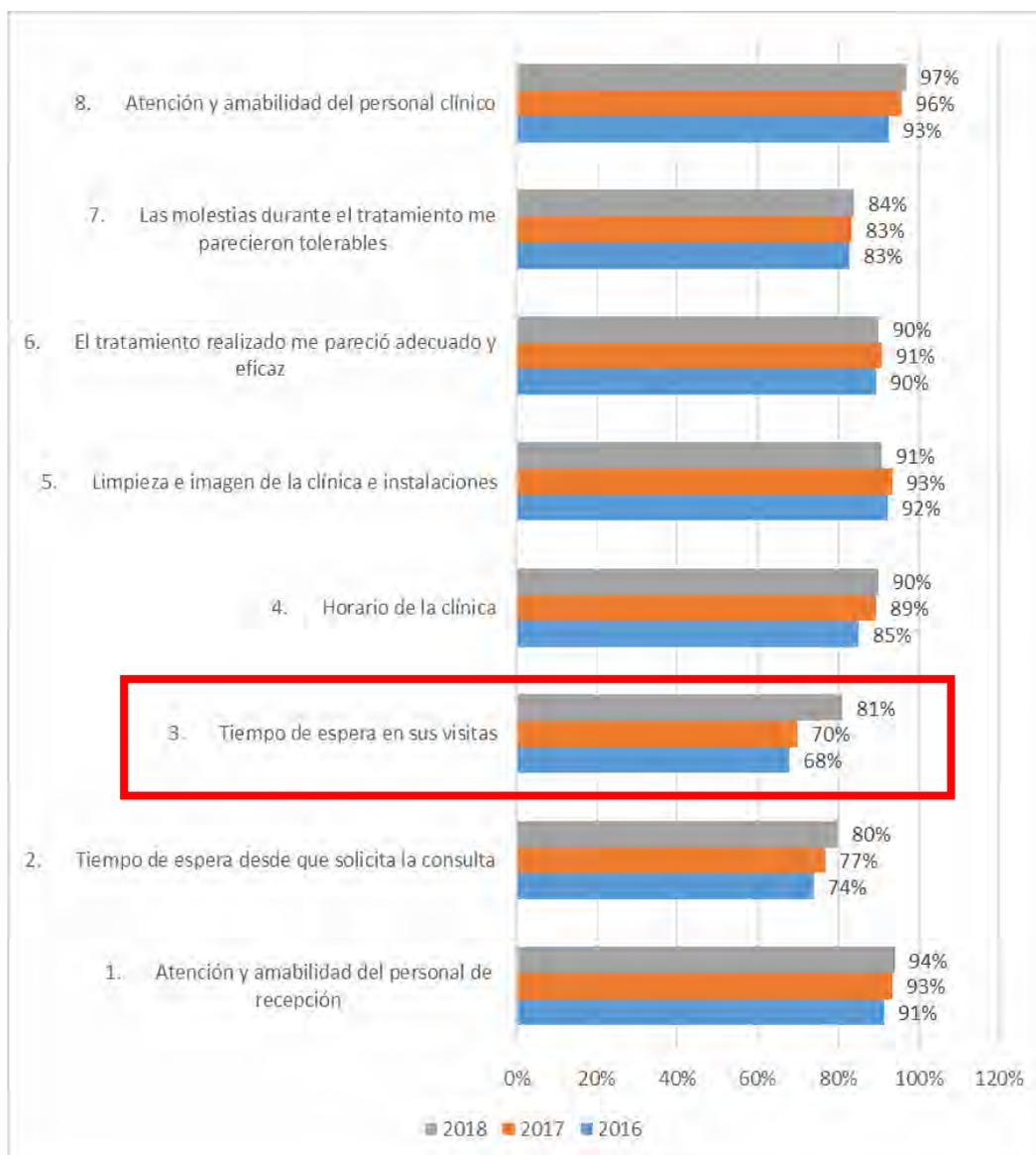


Figura 9. Evolución satisfacción pacientes

### Conclusiones

Se ha conseguido, mejorar la satisfacción notablemente de los alumnos respecto a la Formación, ya que, muchos de sus requisitos y sugerencias derivaban en una mejora de la calidad de la comunicación y de la transmisión de la información.

Ha mejorado notablemente la gestión por parte del personal del IAO, de la documentación de la Formación Postgraduada.

Del mismo modo, se ha conseguido ajustar el tiempo en las intervenciones que realizan los alumnos, mejorando el servicio al paciente, no se demora tanto la espera y el alumno

puede realizar su trabajo de una manera más relajada y tranquila.

Con estas medidas, se ha mejorado la calidad de la enseñanza y de la formación impartida en el centro.

## **Referencias**

Guzmán JC. (2011). *La calidad de la enseñanza en educación superior ¿Qué es una buena enseñanza en este nivel educativo?* Perfiles educativos vol.33 spe México.

Álvarez Rojo V., García Jiménez E., Gil Flores J. (1999) *La calidad de la enseñanza universitaria desde la perspectiva de los profesores mejor valorados por los alumnos*. Revista de Educación, núm. 319, pp. 2736-290. Sevilla.

Zubillaga del Río A. (2007) *Pautas docentes para favorecer la accesibilidad de los entornos virtuales de enseñanza y aprendizaje*. Universidad Complutense Madrid.

Sáez N. (2016) *Gestión documental para asaltar la transformación digital*. Revista Byte.

Galor (2017) *¿Por qué incluir la gestión documental en tu empresa?* Emprendices.

Heredia Herrera A. (2011) *Gestión documental y calidad*. Mundo archivístico.

Catalina Martínez Mediano, Nuria Riopérez Losada (2005). *El modelo de excelencia en la efqm y su aplicación para la mejora de la calidad de los centros educativos*. Educación XXI 8, pp 35-65. Madrid.

J. A. Maderuelo Fernández (2002) *Gestión de la calidad total. El modelo EFQM de excelencia*. Medifam vol.12 no.10. Madrid.

Nabitz U, Klazinga N, Walburg J. (2000) *The EFQM excellence model: European and Dutch experiences with the EFQM approach in health care*. European Foundation for Quality Management. Int J Qual Health Care. 12: 191-201.

Rodríguez A. (2001) *El modelo EFQM aplicado a los centros de salud*. Centro de Salud. 9: 549-51.

Rocío Díaz (2001) *Satisfacción del paciente: principal motor y centro de los servicios sanitarios*. Rev Calidad Asistencial. 17:22-9. Málaga.

Marcial Hernández Bustamante (2012) *Cómo evaluar la satisfacción de los pacientes en la clínica dental (I)*. Revista Gaceta Dental. |

Marcial Hernández Bustamante (2012) *Cómo evaluar la satisfacción de los pacientes en la clínica dental (II)*. Revista Gaceta Dental. |



## El plagio entre el alumnado universitario: un caso exploratorio

Pilar L. González-Torre<sup>a</sup>, María A. García García<sup>b</sup> y Jorge Coque<sup>c</sup>

<sup>a</sup>Universidad de Oviedo, pilargt@uniovi.es, <sup>b</sup>Universidad de Oviedo, magarc@uniovi.es, <sup>c</sup>Universidad de Oviedo, coque@uniovi.es

---

### **Abstract**

*Carrying out different academic tasks by university students requires them to search diverse bibliographical resources. The incorporation of ITs in all fields, including teaching, has made the Internet the most required source of information by university students. Among other varied reasons, the volume, speed and accessibility of information must be highlighted. In this context, the purpose of the present research is to carry out an exploratory study that provides clues about different factors with more or less influence on plagiarism in Higher Education institutions. The research is particularized to a specific case of the University of Oviedo. Results show no relationship between gender, class attendance or work modality variables and the rate of plagiarism.*

**Keywords:** *Plagiarism, University, Internet, Degree*

---

### **Resumen**

*En la realización de diferentes trabajos académicos por parte del estudiantado universitario se requiere la búsqueda de recursos bibliográficos en distintas fuentes. La incorporación de las nuevas tecnologías de la información en todos los ámbitos, incluida la enseñanza, ha producido que Internet sea el origen de información más requerido por los alumnos universitarios. Las razones son variadas, pero se debe destacar el volumen de información disponible y la rapidez y facilidad de obtención. En este contexto, el propósito de la presente investigación es realizar un estudio exploratorio que facilite pistas sobre diferentes factores que pueden tener mayor o menor influencia en el plagio en las instituciones de Educación Superior. Se particulariza la investigación a un*

*caso concreto de la Universidad de Oviedo. Los resultados no muestran relación entre las variables género, asistencia a clase o modalidad de trabajo y la tasa de plagio.*

**Palabras clave:** *Plagio, Universidad, Internet, Grado.*

## **Introducción**

El plagio académico se ha convertido en los últimos años en un obstáculo en todos los niveles educativos, y en especial en la Universidad española, afectando al proceso evaluativo al dificultar evaluar con justicia el trabajo realizado por los estudiantes. Hay incluso quienes lo consideran incluso una de las formas de deshonestidad académica más recurrentes y extendidas entre el alumnado (McCabe y Trevino, 1993; Jordan, 2001; Lambert, Hogan y Barton, 2003; Sureda, Comas y Morey, 2009). En casi todos los trabajos académicos la búsqueda bibliográfica suele ser un elemento fundamental, pero la revolución tecnológica ha inducido el ciberplagio (Domínguez-Aroca, 2012). La facilidad para encontrar información en internet de cualquier tema de modo rápido es la principal razón; dada además la comodidad de obtención en un formato digital frente a una fuente impresa, se trata de la práctica más extendida entre el alumnado universitario.

Asimismo, el Espacio Europeo de Educación Superior fomenta el desarrollo autónomo del estudiante en el proceso de enseñanza-aprendizaje, lo que se ha traducido en nuevos sistemas de evaluación alejados del tradicional examen parcial y/o final. Una de estas metodologías son los trabajos grupales o individuales, donde el alumnado puede caer en el abuso del “corta y pega”, sin la conveniente cita a la fuente original consultada (Bowman, 2004). Entre otras acciones consideradas académicamente deshonestas o incorrectas figuran el plagio y el ciberplagio (Comas, Sureda, Casero y Morey, 2011). El estudio que se acaba de citar concluye aportando frecuencias, tanto declaradas como atribuidas entre compañeros, muy elevadas en cuanto a plagio.

Ante la problemática planteada en el seno de la Universidad, se hace imprescindible el empleo de herramientas antiplagio que traten de minorar estos actos, ya sean intencionales o accidentales, que derivan en calificaciones injustas y en la pérdida del desarrollo de competencias que el docente suponía alcanzadas en sus estudiantes. Y, desde un punto de vista ético, se trataría de una conducta inapropiada; la institución que está formando profesionales no sólo proporciona al alumnado unos conocimientos técnicos sino que también ha de aportar una cultura de integridad moral en la que participen todas las asignaturas del currículo.

El nivel de plagio puede variar desde aquellas personas que copian fragmentos de internet u otras fuentes y, sin citarlos, los combinan con fragmentos originales hasta quienes toman un trabajo que no es suyo y lo presentan al profesorado sin modificaciones (en el mejor de los casos, limitándose a cambiar el formato) (García y González-Torre, 2017).

Incluir en las enseñanzas el modo de citar correctamente las fuentes consultadas, así como usar herramientas antiplagio en la corrección de los trabajos son algunas propuestas de solución o de freno a este fenómeno por parte del profesorado.

Un estudio teórico sobre el plagio analiza el impacto que tiene tanto a nivel académico como profesional y aborda casos conocidos a nivel internacional que podrían ser un indicativo de la gravedad del problema que se plantea en nuestra sociedad (Soto, 2012). Otros autores han investigado en diferentes niveles educativos abordando el problema del plagio así como los motivos que han podido llevar a determinado alumnado a elegir este camino. La tabla 1 resume estos factores, que se comentan en los párrafos siguientes.

**Tabla 1. Factores que inducen el plagio en trabajos académicos**

<b>Factores</b>	<b>Fuentes</b>	
<b>Factores personales achacables al alumnado</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Apreciación del plagio</li> <li>• Comodidad</li> <li>• Ignorancia y/o inconsciencia</li> <li>• Bajas calificaciones</li> <li>• Baja identificación con la institución</li> <li>• Baja autoconfianza</li> <li>• Tendencia a la procrastinación</li> <li>• Género (hombres mayor tendencia que mujeres)</li> </ul>	Bokosmaty, Ehrich, Eady y Bell (2017) Ewing, Mathiesan, Anasst y Roehling (2017) Finn y Frone (2004) Kayaoğlu, Erbay, Filter y Saltas (2015) Sureda, Comas y Morey (2009) Sureda, Comas y Oliver (2015)
<b>Factores achacables al profesorado</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tipología de trabajos propuestos</li> <li>• Ponderación de la tarea en la evaluación</li> <li>• Dejadez o escasa dedicación a corrección de trabajos</li> <li>• Desconocimiento y/o escaso uso de herramientas de detección de plagio</li> </ul>	Comas, Urbina y Gallardo (2014) Finn y Frone (2004) Gómez, Vargas y Salazar (2012) Sureda, Comas y Morey (2009)
<b>Factores contextuales</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Desarrollo de las TIC</li> <li>• Masificación universitaria</li> </ul>	Sureda, Comas y Morey (2009)

Fuente: Elaboración propia con base en las fuentes referenciadas en la columna derecha

El problema de la deshonestidad académica es antiguo, siendo en la década de los 90 cuando se empezó a estudiar más y a adquirir relevancia. Una investigación describe y analiza mediante la realización de encuestas y grupos de discusión las causas por las cuales un estudiante acude a esta solución entre las que destacarían el desarrollo de las TIC, la masificación universitaria, la tipología de trabajos, la comodidad, ignorancia o inconsciencia del alumno, o la dejadez o escasa dedicación del profesorado en la corrección de los trabajos (Sureda, Comas y Morey, 2009).

Otros estudios más recientes se centran en las apreciaciones que sobre el plagio, entre otros, tienen los estudiantes universitarios de ciencias de la salud (Kayaoğlu, Erbay, Filter y Saltas, 2015; Ewing, Mathiesan, Anasst y Roehling, 2017). Otros trabajos (Sureda, Comas y Oliver,

2015, y Bokosmaty, Ehrich, Eady y Bell, 2017) realizados en niveles educativos de Educación Secundaria Obligatoria (ESO), Bachillerato así como en la Universidad, concluyen que los varones tienen mayor tendencia a cometer plagio que las mujeres y que aquellos que más utilizan esta conducta serían los relacionados con la procrastinación o tendencia a dejar las responsabilidades para más tarde. De la muestra estudiada en uno de dichos estudios (Sureda y otros, 2015) se extrae que el 82% de estos estudiantes reconocen haber plagiado un trabajo en alguna ocasión.

Uno de los autores anteriores junto con otros investigadores (Comas, Urbina y Gallardo, 2014) también investigaron sobre el conocimiento y uso de programas antiplagio por parte del profesorado de la ESO, concluyendo que la muestra constituida por 460 profesores tiene un desconocimiento total de la existencia de los mismos y aquellos que los conocen apenas los utilizan.

Resulta interesante el estudio llevado a cabo en la Universidad de la Rioja donde encuentran tasas de plagio superiores al 40% y una correlación inversa entre la ponderación de la tarea en la evaluación y la tasa de plagio (Gómez, Vargas y Salazar, 2012).

Muchos estudiantes universitarios admiten que insertan referencias bibliográficas en sus trabajos que ni tan siquiera han consultado, simplemente lo hacen para cubrir ese apartado, ni tan siquiera saben, en muchos casos, interpretar una cita. Esta relación de referencias suelen limitarse solo a fuentes digitales escaseando la presencia de fuentes impresas. Por otra parte, las fuentes consultadas suelen limitarse al idioma español no aportando ninguna en otra lengua a pesar de tratarse de estudios de carácter técnico como es el caso abordado en esta investigación (García y González-Torre, 2017).

Por último, también hay quienes han abordado la relación entre rendimiento académico y deshonestidad académica, concluyendo que esta práctica es más habitual en aquellos estudiantes universitarios con bajas calificaciones y poco identificados con la institución, así como en alumnos con buenos rendimientos pero baja autoconfianza (Finn y Frone, 2004).

Con base en los antecedentes mencionados, la presente investigación analiza el porcentaje de plagio de los trabajos presentados por estudiantes de Grado de la Universidad de Oviedo que están cursando títulos de ingeniería.

Pese a su carácter exploratorio, el trabajo pretende aportar alguna luz a las siguientes cuestiones de investigación:

1. ¿Tiende a ser mayor el índice de plagio en los trabajos grupales frente a los individuales?
2. ¿Es la intención de plagio del alumnado un predictor de la nota final obtenida y de su grado de asistencia a clase?
3. ¿Son los factores personales del estudiantado indicadores de su intención de plagio en las tareas encomendadas?

La finalidad última es analizar otras causas al margen de las ya encontradas en la literatura que permitan la detección y reducción de este problema.

## Metodología

La muestra objeto de estudio de la presente investigación la constituyeron los estudiantes matriculados en la asignatura optativa «Prevención de Riesgos Laborales» de 4º curso del Grado en Ingeniería de Tecnologías Industriales en el curso académico 2016-2017 en la Escuela Politécnica de Ingeniería de Gijón (Universidad de Oviedo).

«Prevención de Riesgos Laborales» es una asignatura complementaria a los estudios de ingeniería, de gran utilidad para su futura vida profesional. Se imparte en el segundo semestre del cuarto curso de la titulación. Sus contenidos están vinculados directamente con los estudiados en otras materias, tanto de la rama eléctrica como mecánica, y son especialmente relevantes para el desarrollo de proyectos técnicos, dado que aportan conocimientos en herramientas básicas para todo profesional de ingeniería.

En el curso 2016-2017 se matricularon en la asignatura objeto de estudio un total de 20 estudiantes, en su totalidad alumnado de primera matrícula y el 55% hombres.

Todos los alumnos superaron la asignatura mediante evaluación continua, siendo los resultados académicos obtenidos los siguientes:

- Matrícula de honor: 1
- Sobresaliente: 1
- Notable: 17 (85%)
- Aprobado: 1

Esta asignatura tiene un modelo mixto de evaluación incrementando la importancia de la evaluación continua frente al examen final. Como parte de la nota práctica de la asignatura (20% del total), cada alumno realizó un trabajo individual y otro en grupo, con igual peso ambos en la nota final. La tabla 2 muestra los descriptivos de la calificación obtenida en cada caso, donde se observa que las notas medias son similares, aunque el porcentaje de plagio parece superior en los trabajos individuales frente a los colectivos.

Tabla 2. Análisis descriptivo de calificaciones y nivel de plagio

Trabajo	Nota media	% medio Plagio
Individual	7,5 (1,2)	49,3 (29,5)
Grupal	7,3 (0,4)	39,7 (29,7)
Final	7,7 (0,6)	44,4 (24,5)

Fuente: Elaboración propia

Ambos trabajos, además de la adquisición de conocimientos propios de la materia cursada, pretenden la adquisición por parte del estudiante de un conjunto de competencias. Entre las generales, se deben tener en cuenta las siguientes<sup>1</sup>:

- Capacidad para la redacción y desarrollo de proyectos en el ámbito de la ingeniería industrial (especialmente en todo lo vinculado con el plan de seguridad y salud, que debe acompañar a todo proyecto de ingeniería).
- Conocimiento en materias básicas y tecnológicas, que capacite para el aprendizaje de nuevos métodos y teorías, y dote de versatilidad para la adaptación a nuevas situaciones, siempre dentro del ámbito de la prevención de riesgos laborales.
- Capacidad de resolver problemas con iniciativa, toma de decisiones, creatividad y razonamiento crítico.
- Capacidad de comunicar y transmitir conocimientos, habilidades y destrezas en el campo de la Ingeniería Industrial, tanto en forma oral como escrita.
- Capacidad para el manejo de reglamentos y normas de obligado cumplimiento y voluntarias, aplicando la legislación vigente en la adecuada gestión de la prevención de riesgos laborales en una empresa.
- Capacidad para la aplicación de los conocimientos adquiridos en materia de prevención de riesgos laborales y de resolver problemas en entornos nuevos o poco conocidos en contextos multidisciplinares.

Asimismo, estos son los resultados del aprendizaje que se pretenden conseguir:

- Consultar las referencias legislativas vigentes en materia de prevención de riesgos laborales en la empresa.
- Manejar la terminología básica relativa a conceptos generales respecto a la prevención de riesgos laborales en el mundo empresarial.

Parece claro que la consecución de la mayoría de esas competencias y resultados de aprendizaje se dificulta si los trabajos no son resueltos como fueron diseñados al efecto sino mediante procedimientos plagarios.

## **Resultados**

Para analizar el porcentaje de coincidencia de los trabajos del alumnado se utilizó la herramienta antiplagio URKUND cuya licencia de uso ha sido adquirida recientemente por la Universidad de Oviedo. Los datos de las calificaciones obtenidas en los trabajos/entregables

---

<sup>1</sup> Guía docente de la asignatura Prevención de Riesgos Laborales

por parte de los alumnos en el periodo de estudio, así como su porcentaje de plagio, fue recogido en una hoja de cálculo a lo largo de la impartición de la asignatura. Posteriormente, una vez finalizado el semestre, se pasó toda la información recopilada al SPSS vs.24 para el correspondiente tratamiento estadístico de los datos.

Para corroborar la hipótesis planteada con la primera pregunta de investigación, relativa a la existencia o no de diferencias en el plagio según el trabajo sea individual o en grupo, se llevó a cabo un análisis de correlación, donde el factor de correlación no es significativo y toma el valor 0,303. Este resultado indica que los índices de plagio en los trabajos grupales no presentan relación con los obtenidos de los trabajos individuales. Tal vez la acción de “corta y pega” de un individuo queda más diluida en el trabajo en equipo. Para confirmar esta suposición, se realizó una prueba de los rangos con signo de Wilcoxon, la cual es una prueba no paramétrica para comparar el rango medio de dos muestras relacionadas y determinar si existen diferencias entre ellas. El estadístico de contraste obtenido (61.500), con una significación de 0,296, permite retener la hipótesis nula (la diferencia de las medianas de las dos variables comparadas es nula), es decir, no existen diferencias estadísticamente significativas entre ambas variables.

Para abordar la segunda de las preguntas de investigación, se desglosa ésta en dos subpreguntas:

2.a) ¿La intención de plagio es un predictor de la nota final obtenida por el estudiante?

2.b) ¿La intención de plagio del alumno es un predictor de su nivel de asistencia a clase?

Para tratar de responder a ambas, lo primero es comprobar la existencia o no de correlaciones entre la variable independiente y ambas variables dependientes. En la tabla 3 se presentan los coeficientes de correlación donde se observa que en ambos casos el porcentaje de plagio de los trabajos presentados y las dos variables dependientes consideradas, grado de asistencia a clase y nota final de la asignatura, no están relacionadas, o lo que es lo mismo, el plagio no es un predictor de ninguna de ellas. Por tanto, existen otros factores, académicos, personales o de otra índole, que influyen tanto en la nota definitiva como en la presencia en el aula.

Tabla 3. Análisis de correlación

Variable dependiente	Coefficiente de correlación	Significación
Nota final	0,132	0,602
Asistencia	0,097	0,702

Fuente: Elaboración propia

En cuanto a la tercera cuestión planteada, y dado que se trata de una investigación meramente exploratoria, se ha procedido a considerar exclusivamente como variable de carácter personal, el género del estudiante. Tras la correspondiente prueba de Mann-Whitney (tabla 4) se confirma que en ninguno de los tres indicadores de plagio considerados existen diferencias estadísticamente significativas entre varones y mujeres, tal como se esperaba, aunque este resultado sea opuesto al obtenido por otros autores (Sureda y otros, 2015; Bokosmaty y otros, 2017).

**Tabla 4. Análisis de diferencias en el porcentaje de plagio por género**

<b>Variable dependiente</b>	<b>Estadístico U</b>	<b>Significación</b>
<b>Trabajo individual</b>	31,000	0,460
<b>Trabajo grupal</b>	46,500	0,824
<b>Todo tipo de trabajos</b>	33,500	0,573

Fuente: Elaboración propia

### **Agradecimientos**

Los autores desean expresar su agradecimiento al Vicerrectorado de Recursos Materiales y Tecnológicos de la Universidad de Oviedo al habernos dado la oportunidad de realizar este trabajo en el marco del Proyecto de Innovación Docente PAINN-16-050 correspondiente a la Convocatoria de Proyectos de Innovación 2016 de la Universidad de Oviedo.

### **Conclusiones, limitaciones y desarrollos futuros**

Hoy en día en Educación Superior es muy importante la formación de profesionales no sólo con una elevada formación académica sino también con una conciencia ética y honorable, más aún en el caso de futuros profesionales en ingeniería. De ahí la razón de este estudio preliminar en el que se han tratado de buscar algunas conexiones entre variables que permitan identificar otras razones que las ya identificadas en la literatura por las cuales el plagio está presente en nuestras aulas.

En el presente trabajo no se ha encontrado relación entre las variables género, asistencia a clase y modalidad de trabajo (individual o grupal) y la tasa de plagio alcanzada en los trabajos analizados.

Una de las limitaciones de la investigación ha venido dada por el escaso tamaño de la muestra, puesto que el alcance del estudio se restringió a una asignatura optativa con un número

bajo de personas matriculadas. Se sugiere entonces extender la investigación longitudinalmente (a lo largo del tiempo) o cuantitativamente (a mayor número de asignaturas o a asignaturas con matrícula mayor).

Otras extensiones de la investigación deberían abordar la relación del plagio con la tendencia a dejar para el último momento las tareas encomendadas (Sureda y otros, 2015), o ver la relación del peso de la tarea a realizar con el grado de plagio cometido (Gómez y otros, 2012). También sería interesante conocer si todas las personas firmantes de un mismo trabajo han colaborado en la elaboración del mismo o simplemente se ha incluido a alguna de ellas por una relación de amistad, cierto concepto de solidaridad o presión del grupo.

## Referencias

- Bokosmaty S., Ehrich J., Eady M. J., Bell K. (2017). Canadian university students' gendered attitudes toward plagiarism. *Journal of Further and Higher Education*, <https://doi.org/10.1080/0309877X.2017.1359505>
- Bowman V. (2004). Teaching intellectual honesty in a tragically hip world. A pop-culture perspective. In V. Bowman (Ed.) *The plagiarism plague* (pp.3-9). Neal-Schuman Publishers, Inc. New York. 235 p.
- Comas R., Sureda, J., Casero A., Morey M. (2011). La integridad académica entre el alumnado universitario español. *Estudios Pedagógicos*, 37 (1). <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-07052011000100011>
- Comas R., Urbina S., Gallardo J.M. (2014). Programas de detección de plagio académico: conocimiento y uso por parte del profesorado de ESO y consejos para su utilización. *Edutec-E Revista Electrónica de Tecnología Educativa*, 49 .<http://www.edutec.es/revista/index.php/edutec-e/article/viewFile/210/17>
- Domínguez-Aroca, María-Isabel. (2012). Lucha contra el plagio desde las bibliotecas universitarias. *El profesional de la información*, 21 (5), 498-503.
- Ewing H., Mathieson K., Anast A., Roehling T. (2017). Student and Faculty perceptions of plagiarism in health sciences education. *Journal of Further and Higher Education*, <https://doi.org/10.1080/0309877X.2017.1356913>
- Finn K.V., Frone M.R. (2004). Academic performance and cheating: Moderating role of school identification and self-efficacy", *Journal of Educational Research*, 97 (3 ), 115-122.
- García M.A., González-Torre P.L. (2017). Plagio académico en estudiantes de posgrado. IX Jornadas de Redes de Investigación Docente de la UNED.

Gómez J., Salazar I., Vargas P. (2012). *Factors Explaining Student Plagiarism: an Empirical Test in a Spanish University*, ICERI2012 Proceedings, 2.724-2.730.

Jordan A. (2001). College Student Cheating: The Role of Motivation, Perceived Norms, Attitudes, and Knowledge of Institutional Policy, *Ethics & Behavior*, 11 (3), 233-247 [https://doi.org/10.1207/S15327019EB1103\\_3](https://doi.org/10.1207/S15327019EB1103_3)

Kayaoğlu M.N., Erbay S., Flitner C., Saltaş D. (2015). Examining students' perceptions of plagiarism: A cross-cultural study at tertiary level. *Journal of Further and Higher Education*, 40 (5), 682-705 <https://doi.org/10.1080/0309877X.2015.1014320>

Lambert E. G., Hogan N. L., Barton S. M. (2003). Collegiate Academic Dishonesty Revisited: What Have They Done, How Often Have They Done It, Who Does It, and Why Did They Do It?, *Electronic Journal of Sociology*, 7 (4) [http://www.sociology.org/content/vol7.4/lambert\\_etal.html](http://www.sociology.org/content/vol7.4/lambert_etal.html).

McCabe D. L., Trevino L. K. (1993). Academic Dishonesty: Honor Codes and Other Contextual Influences, *Journal of Higher Education*, 64 (5), 522-538.

Soto A. (2012) El plagio y su impacto a nivel académico y profesional. *E-Ciencias de la Información*, 2 (1) <http://revistaebci.ucr.ac.cr/>

Sureda J.; Comas R.; Morey M. (2009). Las causas del plagio académico entre el alumnado universitario según el profesorado. *Revista iberoamericana de Educación*, 50, 197-220.

Sureda J., Comas R.LL., Oliver M.F., (2015) Plagio académico entre alumnado de Secundaria y Bachillerato: diferencias en cuanto al género y la procrastinación. *Comunicar*, 22 (44), 103-111 <https://doi.org/10.3916/C44-2015-11>



## Competencias Necesarias en el Ejercicio de la Profesión de Ingeniería Informática: Experimento sobre la Percepción de los Estudiantes

Antonio Balderas<sup>a</sup>, Francisco José Domínguez-Mayo<sup>b</sup>, Andrés Jiménez-Ramírez<sup>c</sup>,  
J. G. Enríquez<sup>d</sup>, Raquel Blanco<sup>e</sup>, Nuria Hurtado<sup>f</sup>

<sup>a</sup>Universidad de Cádiz, antonio.balderas@uca.es, <sup>b</sup>Universidad de Sevilla, fjdominguez@us.es, <sup>c</sup>Universidad de Sevilla, ajramirez@us.es, <sup>d</sup>Universidad de Sevilla, jose.gonzalez@iwt2.org, <sup>e</sup>Universidad de Oviedo, rblanco@uniovi.es, <sup>f</sup>Universidad de Cádiz, nuria.hurtado@uca.es

---

### **Abstract**

*Future professionals in the area of Computer Engineering must be able to perform satisfactorily in a set of generic and specific skills. During their instruction, students develop these skills giving more relevance to those they consider more important. However, some skills that are really important for the performance of their profession may not be perceived as necessary. In the project behind this work, a series of experiments are proposed with the participation of experts in the classroom, in order that students reflect on the importance of developing the performance of certain skills for their professional career. In this particular work, a first experiment carried out with a User Experience expert is shown. The experiment results, as well as students' impressions, offer positive evidence of the importance and necessity of bringing these professionals to the classroom.*

**Keywords:** skills, computer science, experts, user experience.

---

### **Resumen**

*Los futuros profesionales del área de Ingeniería Informática deben ser capaces de desenvolverse satisfactoriamente en un conjunto de competencias genéricas y específicas. Durante sus estudios, los estudiantes desarrollan estas competencias, dando más importancia a las que consideran que les serán de más utilidad. Sin embargo, puede que algunas competencias que sí sean im-*

*portantes para el desempeño de su profesión no sean percibidas como necesarias. En el proyecto que enmarca este trabajo, se proponen una serie de experimentos con la participación de expertos en el aula, a fin de que los estudiantes reflexionen acerca de la importancia de desarrollar ciertas competencias en el futuro desempeño de su labor. En este trabajo en particular, se muestran los resultados del primer experimento, llevado a cabo con la participación de un experto en Experiencia de Usuario. Los resultados del experimento, así como las impresiones de los estudiantes, ofrecen evidencias positivas de la importancia y necesidad de llevar estos profesionales al aula.*

**Palabras clave:** *competencias, ingeniería informática, expertos, experiencia de usuario.*

## **Introducción**

A la hora de enfrentarse a los retos del mercado laboral, los futuros egresados deben ser capaces de desempeñar satisfactoriamente diversas competencias genéricas además de las capacidades y competencias necesarias para realizar adecuadamente su labor profesional. En el ámbito de la Ingeniería Informática, los proyectos de desarrollo software han de satisfacer unos estrictos estándares de calidad en su desarrollo, y son numerosas las herramientas que, mediante la recolección de métricas, permiten la monitorización del desarrollo de los proyectos con el fin de detectar o evitar posibles problemas (Tomas, Escalona, & Mejias, 2013; Vos, Marin, Escalona, & Marchetto, 2012). Algunos trabajos previos han demostrado que una inapropiada verificación de las competencias de los ingenieros de software suele ser una de las principales causas de los problemas generados dentro de los proyectos de desarrollo (Colomo-Palacios, Casado-Lumbreras, Soto-Acosta, García-Peñalvo, & Tovar-Caro, 2013).

Tratar con expertos en otras áreas de conocimiento es una actividad que los ingenieros informáticos realizan habitualmente. Por tanto, un egresado en este área deberá desenvolverse satisfactoriamente en competencias como el liderazgo, la comunicación, las habilidades interpersonales o la capacidad para comunicarse con usuarios no expertos. Sin embargo, la falta de sintonía entre la universidad y la empresa suele presentar obstáculos entre los intereses y objetivos de unos y otros (Bruneel, D'Este, & Salter, 2010), debido en gran parte a una ausencia de comprensión mutua entre las expectativas creadas en el aula y las prácticas laborales reales.

En este contexto, dentro de las universidades han surgido proyectos que tratan de acercar la empresa al aula. En este trabajo, realizado en el seno de un proyecto de innovación docente de la Universidad de Sevilla, se pretende contar con la participación de una serie de expertos en diferentes materias relacionadas con la Ingeniería Informática. Estos expertos compartirán

su experiencia profesional con los estudiantes, les presentarán diferentes casos prácticos y debatirán sobre posibles soluciones a los mismos.

En este trabajo en particular, se presentan los resultados del primero de los experimentos realizados. En dicho experimento, se contó con un experto en Experiencia de Usuario (UX, del inglés *User Experience*). La UX se define como el juicio que realizan los usuarios sobre la calidad del producto que surge de su experiencia de interacción, así como las cualidades del producto que generan un uso y placer efectivos (Sutcliffe, 2009).

Para llevar a cabo el experimento, los estudiantes se dividieron en dos grupos (grupo de control y grupo experimental), y fueron consultados acerca de las competencias necesarias para desempeñar la labor de un experto en UX. El objetivo de este experimento es averiguar si la percepción que tienen los estudiantes de las competencias importantes para el desempeño de su carrera profesional de Ingeniería Informática será la misma entre aquellos estudiantes que han estado en contacto con expertos, en dichas competencias, en el aula con respecto a aquellos estudiantes que no lo han estado.

El resto de artículo consta de las siguientes secciones. A continuación, se presentan una serie de trabajos relacionados. En tercer lugar, se muestra la metodología. En cuarto lugar los resultados. Para terminar, se presentan la discusión y las conclusiones extraídas.

### **Trabajos Relacionados**

En un estudio del año 2010, los empleadores en el campo de la ingeniería detectaron deficiencias en el desempeño de competencias por parte de los nuevos egresados (Male, Bush, & Chapman, 2010). Competencias como las habilidades para la comunicación, la planificación, la resolución de problemas o el trabajo en equipo son fundamentales dentro de los equipos de desarrollo de software. Por consiguiente, dentro del contexto universitario se promueven actividades que favorezcan el desempeño del estudiante en competencias genéricas. A partir del análisis de los registros de interacción de los estudiantes con los entornos virtuales, el desempeño en las competencias de liderazgo, habilidades interpersonales y capacidad de autocrítica han sido evaluadas (Balderas, Doderó, Palomo-Duarte, & Ruiz-Rube, 2015). En el contexto profesional, existen frameworks de desarrollo ágil y herramientas que favorecen el desempeño de estas competencias con el fin de dar soporte a una gestión y planificación eficaz de los equipos de desarrollo (Schön, Thomaschewski, & Escalona, 2017; Torrecilla-Salinas, Sedeño, Escalona, & Mejías, 2015).

Las universidades deben tener en cuenta el mercado laboral con el fin de poder responder a las necesidades de una sociedad cambiante. En este contexto, cobran especial importancia las estrategias de aprendizaje basado en la experiencia laboral (*WBL*, del inglés *Work Based Learning*) (Morris & Blaney, 2010). En un estudio realizado por el Profesor Ferrández-Bermeo se demuestra que este tipo de estrategias tienen beneficios claros para los estudiantes

(Ferrández-Berruero, 2016). Sin embargo, también muestra que es más difícil medir los beneficios que esto tiene para las organizaciones y la sociedad, pues los beneficios para una empresa que invierte en este tipo de prácticas están más en el medio y largo plazo que en el corto, y las vicisitudes económicas se convierten en un factor limitante para este tipo de prácticas. Además, en algunos casos, la participación de la empresa se relaciona más con objetivos de tipo propagandístico, de prospección de futuros empleados o de consecución de mano de obra gratuita durante algún tiempo.

En el proyecto « *La empresa en tu aula* » (Aguilar, Elizondo, & Cubero, 2016), desarrollado en la Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica de la Universidad Autónoma de Nuevo León (México), se incluyeron profesionales en activo en actividades académicas enfrentando tres objetivos fundamentales: (1) evaluar el impacto de estrategias de vinculación de la facultad con la empresa en la formación de los estudiantes; (2) perfeccionar los programas educativos a través de la vinculación de la facultad con la empresa; y (3) favorecer a las empresas en el cumplimiento de los requisitos para ser consideradas empresas socialmente responsables. Los resultados fueron muy favorables, pues los estudiantes confirmaron que al recibir las clases de estos profesionales, pudieron visualizar las condiciones actuales de las diferentes áreas de trabajo. Sin embargo, perfeccionar esta vinculación universidad-empresa requiere de estudios científicamente justificados que enriquezcan las experiencias y a su vez se incorporen a las buenas prácticas formativas.

Este trabajo pretende, mediante la realización de experimentos como el descrito en el siguiente apartado, demostrar el impacto real que tiene en los estudiantes la interacción con expertos en su campo de conocimiento. Por otro lado, los expertos que participan en este proyecto lo hacen a título personal, por lo que se evitan problemas relacionados con el escaso o nulo rédito que tiene para la empresa unirse a este tipo de iniciativas, y podemos centrarnos única y exclusivamente en el beneficio que reportará al estudiante.

### **Metodología**

En esta sección se describe el experimento siguiendo las directrices de la *American Psychological Association* (Wohlin et al., 2012).

#### **Objetivo**

El objetivo de este trabajo es comparar como afrontan un caso práctico los estudiantes de Ingeniería Informática del *grupo de control*, con respecto a los estudiantes del *grupo experimental*. El objetivo es determinar si las respuestas difieren debido a la intervención del experto en UX.

#### **Pregunta de investigación**

Habitualmente, los estudiantes asisten a clase y reciben sus lecciones sin tener contacto con trabajadores expertos profesionales del sector, que desempeñan o han desempeñado la labor

para la que los estudiantes se están preparando. Tanto la revisión de la literatura como empresas de selección de personal, manifiestan esta brecha entre la empresa y la academia.

La pregunta de investigación que se deriva de este contexto es: A partir de la interacción en el aula con un experto, *¿reconocerán los estudiantes un conjunto de habilidades y competencias diferentes a los de aquellos estudiantes que no tienen contacto con expertos?*

### ***Participantes***

Los participantes en el experimento son 13 estudiantes de la asignatura *Diseño Centrado en el Usuario (DCU)*, del Máster Universitario en Ingeniería y Tecnología del Software, de la Universidad de Sevilla.

Para el experimento se contó con un experto de reconocido prestigio en el campo de la UX que daría una sesión a los estudiantes acerca del desempeño habitual de su labor profesional.

### ***Configuración del experimento***

Los estudiantes fueron aleatoriamente divididos en dos grupos (grupo de control y grupo experimental). Los pasos de la intervención realizada en cada grupo son los que se detallan a continuación.

a) Grupo de control (7 estudiantes):

- Realizaron caso práctico.
- Completaron pre-test de habilidades y competencias necesarias para un experto en UX.
- Asistieron a la sesión con el experto en UX.
- Completaron post-test de habilidades y competencias necesarias para experto en UX.

b) Grupo experimental (6 estudiantes):

- Asistieron a la sesión con experto en UX.
- Realizaron caso práctico.
- Completaron post-test de habilidades y competencias necesarias para un experto en UX.

### **Resultados**

Los resultados del impacto de la intervención del experto en los estudiantes se muestran a continuación.

#### ***Grupo de control: habilidades y competencias***

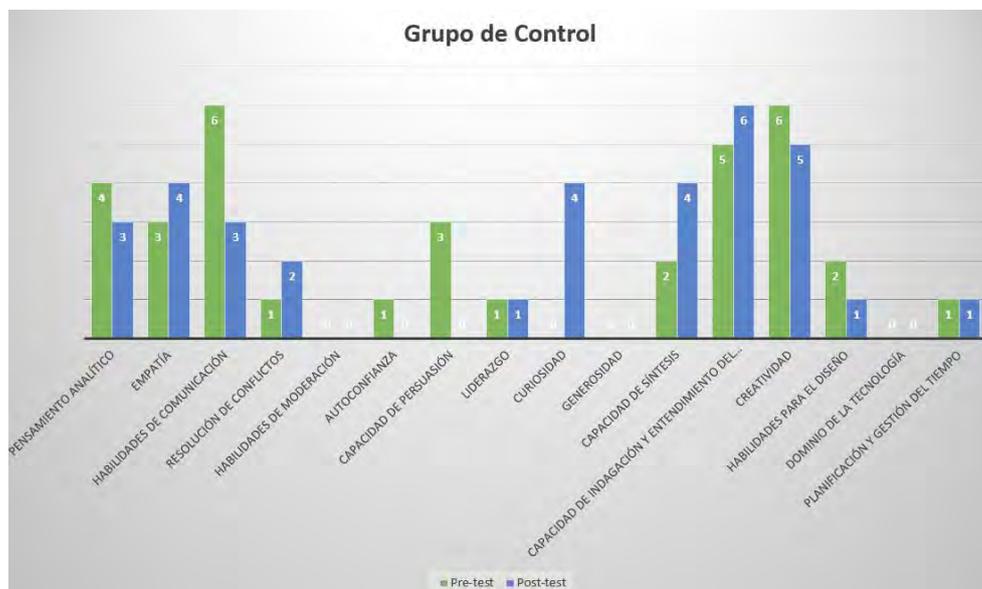
Las habilidades mejor valoradas por los estudiantes del grupo de control como relevantes para el desempeño de la profesión de UX en el pre-test son las *habilidades de comunicación*

y la *creatividad* con 6 votos de 7 posibles (85%). Sin embargo, en el post-test la habilidad mejor valorada fue la indagación y entendimiento del problema, también con 6 votos de 7 posibles (85%).

Una vez realizada la sesión con el experto, cabe destacar que la habilidad que obtuvo un mayor incremento de votos fue la curiosidad, que pasó de no ser considerada importante por ningún estudiante a que 4 estudiantes (57%) la considerasen relevante para el desempeño de la labor. En la figura 1 se resumen los votos obtenidos por cada habilidad en cada test, pudiéndose observar las diferencias entre pre-test y post-test. Las diferencias más notables entre ambos test son las que se detallan a continuación.

- *Curiosidad* (+4), en el pre-test ningún alumno consideró la importancia de esta habilidad, mientras que en el post-test 4 estudiantes la consideraron relevante.
- *Habilidades de comunicación* (-3), en el pre-test 6 estudiantes consideraron importante esta habilidad, mientras que en el post-test hubo sólo 3 alumnos que la siguieron considerando importante.
- *Capacidad de persuasión* (-3), en el pre-test hubo 3 estudiantes que consideraron importante esta habilidad, mientras que en el post-test ninguno la consideró necesaria.
- *Capacidad de síntesis* (+2), en el pre-test únicamente 2 estudiantes consideraron importante esta habilidad, mientras que en el post-test 4 estudiantes la consideraron importante.

Figura 1 Comparativa del pre y post-test del grupo de control para la valoración de habilidades



**Grupo experimental vs grupo de control: habilidades y competencias**

A continuación se listan las habilidades que han sido votadas por más del 50% de los estudiantes del grupo experimental como relevantes para el desempeño de la profesión de UX, siendo la creatividad la más votada con 5 votos de 6 posibles.

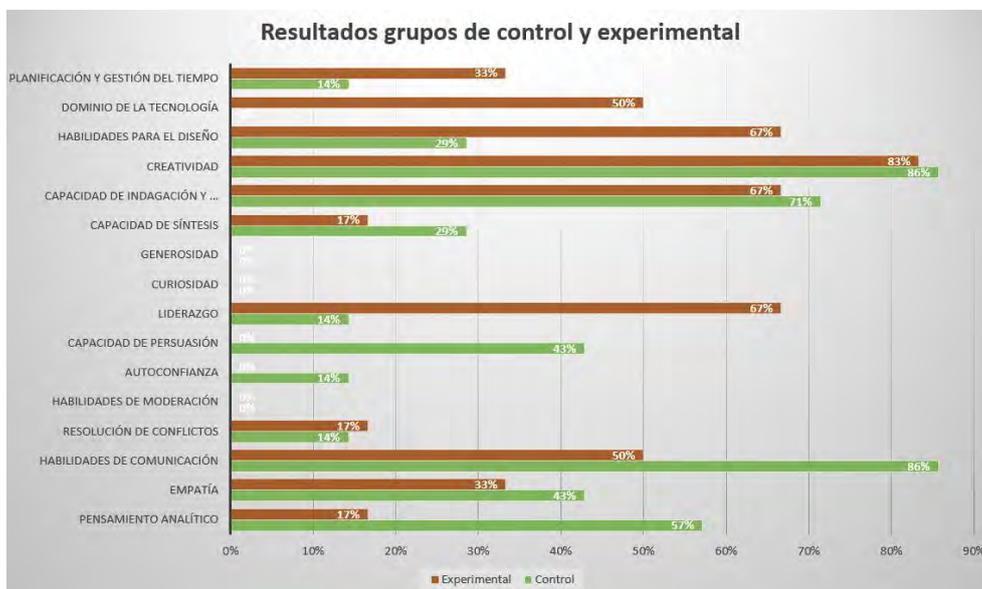
- *Creatividad*: 5 (83%)
- *Liderazgo*: 4 (66%)
- *Capacidad de indagación y entendimiento del problema*: 4 (66%)
- *Habilidades para el diseño*: 4 (66%)

Comparando los resultados del grupo experimental con los del grupo de control, puede observarse que son 2 las habilidades que coinciden en el top de habilidades más votadas: *creatividad* y *capacidad de indagación y entendimiento del problema*.

La figura 2 muestra la comparativa de resultados de ambos grupos, pudiendo observarse en porcentajes las diferencias entre un grupo y otro. Las diferencias más importantes entre el grupo experimental y entre el pre-test realizado al grupo de control están en las habilidades que se listan a continuación:

- *Liderazgo* (+3): en el grupo experimental hubo 3 estudiantes que consideraron el liderazgo como una habilidad fundamental del experto en UX. Sin embargo, en el grupo de control sólo 1 estudiante lo consideró en el pre-test y ninguno en el post-test.
- *Dominio de la tecnología* (+3): ningún estudiante consideró relevante esta habilidad en el grupo de control, mientras que 3 estudiantes lo hicieron en el grupo experimental.
- *Pensamiento analítico* (-3): sólo un estudiante consideró esta habilidad como necesaria en el grupo experimental, mientras que 4 estudiantes lo hicieron en el pre-test del grupo de control.
- *Habilidades de comunicación* (-3): 3 estudiantes consideraron la comunicación como una habilidad fundamental del experto UX, mientras que 6 lo hicieron en el pre-test del grupo de control.
- *Capacidad de persuasión* (-3): ningún estudiante consideró esta habilidad necesaria para el experto UX, mientras que en el pre-test del grupo de control 3 estudiantes lo consideraron.

Figura 2 Comparativa de valoración de habilidades para grupo de control vs grupo experimental



## Discusión

Una vez que el grupo de control tuvo su sesión con el experto, habilidades como la *capacidad de indagación* o la *empatía* entraron a formar parte del conjunto de habilidades más valoradas para el desempeño de la profesión de UX. Esto pudo deberse al hecho de que muchas de las técnicas mencionadas por el experto ponen al ingeniero en el lugar del cliente y los anima a investigar en el funcionamiento del negocio del cliente. Esta hipótesis queda corroborada al ver los resultados del grupo experimental, donde 2 de las habilidades coinciden en el top de habilidades más votadas con el post-test del grupo de control: *creatividad* y *capacidad de indagación y entendimiento del problema*.

La intervención del experto fue muy valorada por todos los estudiantes que participaron en el experimento. A los estudiantes de ambos grupos se les realizaron dos preguntas con respecto al experimento en sí. Mediante dos preguntas de respuestas basadas en escala Likert de 5 puntos se les pidió que valorasen:

1. Si la sesión con el experto en UX les había servido para reconocer habilidades y competencias necesarias en el desempeño de la profesión.
2. Si sería interesante contar con otros expertos en futuras sesiones.

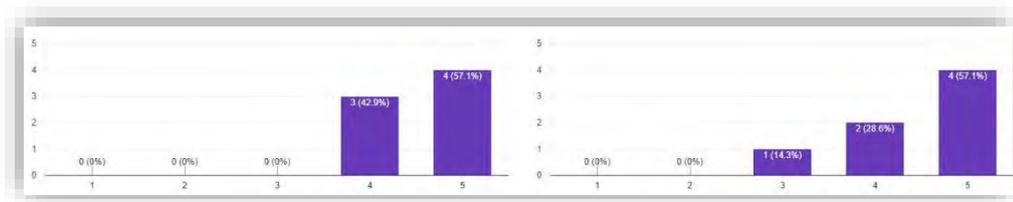
Una vez analizadas las respuestas, podemos confirmar que el experimento tuvo una gran acogida en todos los estudiantes.

Las respuestas de la escala Likert de 5 puntos se representan en las figuras mediante los siguientes números:

1. Totalmente en desacuerdo
2. En desacuerdo
3. Ni de acuerdo ni en desacuerdo
4. De acuerdo
5. Totalmente de acuerdo

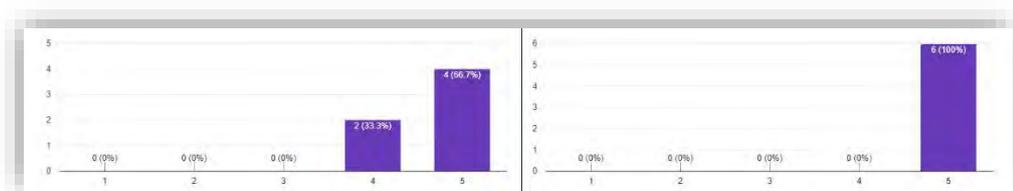
A la primera pregunta, el 100% de los estudiantes del grupo de control se situaron entre el “de acuerdo” y el “muy de acuerdo” (gráfico izquierdo de la figura 3), mientras que a la segunda pregunta el 85% (6 de 7 estudiantes) se situó entre el “de acuerdo” y el “muy de acuerdo” (gráfico derecho de la figura 3).

**Figura 3 Valoraciones de la experiencia de los estudiantes del grupo de control**



Unos resultados muy similares se obtuvieron en el grupo experimental. A la primera pregunta el 100% de los estudiantes se situaron entre el “de acuerdo” y el “muy de acuerdo” (gráfico izquierdo de la figura 4), mientras que a la segunda pregunta el 100% se situó en “muy de acuerdo” (gráfico derecho de la figura 4).

**Figura 4 Valoraciones de la experiencia de los estudiantes del grupo experimental**



## Conclusiones

Involucrar a expertos de reconocido prestigio en los diferentes aspectos que comprende la Ingeniería Informática es uno de los objetivos que persiguen numerosas iniciativas educativas. Con el fin de conocer el impacto que los expertos tienen en la percepción de la profesión de los futuros egresados, en un proyecto de Innovación Docente de la Universidad de Sevilla se están realizando diversos experimentos con expertos.

En este trabajo, presentamos los resultados del primero de los experimentos realizados, en el que se contó con un experto en *Experiencia de Usuario*. Los resultados recogidos tras la realización del experimento muestran diferencias en la percepción de las competencias que consideran necesarias los estudiantes que estuvieron en contacto con el experto, con respecto a los que no lo estuvieron. Además, las impresiones de los estudiantes que participaron en el experimento y conocieron al experto son muy positivas.

Próximamente, se realizarán nuevos experimentos con otros grupos y otros profesionales de la Ingeniería Informática con el fin de recabar más información y afianzar los resultados presentados en este trabajo.

### **Agradecimientos**

Este trabajo ha sido parcialmente financiado por la Universidad de Sevilla a través del III Plan Propio de Docencia, Apoyo a la Coordinación e Innovación Docente (ref. 1.2.3), Convocatoria 2017/2018 (solicitud 21091) y a través del V Plan Propio de Investigación de la Universidad de Sevilla (VPPI-US). También ha sido parcialmente financiado por la Universidad de Cádiz a través de la Convocatoria de Actuaciones Avaladas para la Mejora Docente, Formación del Profesorado y Difusión de Resultados (proyecto AAA\_14\_009). También ha sido parcialmente financiado por el Programa Estatal de Investigación, Desarrollo e Innovación del Ministerio de Economía y Competitividad del Gobierno de España a través de los Proyectos POLOLAS (TIN2016-76956-C3-2-R), VISAIGLE (TIN2017-85797-R) y TestEAMoS (TIN2016-76956-C3-1-R).

Los autores quieren expresar su agradecimiento a Ignacio Palomo Duarte por su participación como experto en Experiencia de Usuario.

### **Referencias**

- Aguilar, N. T. Á., Elizondo, J. A. C., & Cubero, A. T. (2016). Fundamentación del Proyecto “La Empresa en tu Aula.” *ANFEI Digital*, (5).
- Balderas, A., Doderó, J. M., Palomo-Duarte, M., & Ruiz-Rube, I. (2015). A Domain Specific Language for Online Learning Competence Assessments. *International Journal of Engineering Education - Special Issue on Innovative Methods of Teaching Engineering*, 31(3), 851–862.
- Bruneel, J., D’Este, P., & Salter, A. (2010). Investigating the factors that diminish the barriers to university–industry collaboration. *Research Policy*, 39(7), 858–868. <https://doi.org/10.1016/J.RESPOL.2010.03.006>
- Colomo-Palacios, R., Casado-Lumbreras, C., Soto-Acosta, P., García-Peñalvo, F. J., & Tovar-Caro, E. (2013). Competence gaps in software personnel: A multi-organizational study. *Computers in Human Behavior*, 29(2), 456–461.
- Ferrández-Berruero, R. (2016). Work-Based Learning as Integrated Curriculum in Higher Education.

- Experiences in Europe. Remaining Questions. *Revista Española de Educación Comparada*, 27(27), 151–171. <https://doi.org/10.5944/reec.27.2016.15973>
- Male, S. A., Bush, M. B., & Chapman, E. S. (2010). Perceptions of Competency Deficiencies in Engineering Graduates. *Australasian Journal of Engineering Education*, 16(1), 55–68. <https://doi.org/10.1080/22054952.2010.11464039>
- Morris, C., & Blaney, D. (2010). Work-Based Learning. In *Understanding Medical Education* (pp. 69–82). Oxford, UK: Wiley-Blackwell. <https://doi.org/10.1002/9781444320282.ch5>
- Schön, E.-M., Thomaschewski, J., & Escalona, M. J. (2017). Agile Requirements Engineering: A systematic literature review. *Computer Standards & Interfaces*, 49, 79–91. <https://doi.org/10.1016/J.CSI.2016.08.011>
- Sutcliffe, A. (2009). Designing for User Engagement: Aesthetic and Attractive User Interfaces. *Synthesis Lectures on Human-Centered Informatics*, 2(1), 1–55. <https://doi.org/10.2200/S00210ED1V01Y200910HCI005>
- Tomas, P., Escalona, M. J., & Mejias, M. (2013). Open source tools for measuring the Internal Quality of Java software products. A survey. *Computer Standards & Interfaces*, 36(1), 244–255. <https://doi.org/10.1016/J.CSI.2013.08.006>
- Torrecilla-Salinas, C. J., Sedeño, J., Escalona, M. J., & Mejías, M. (2015). Estimating, planning and managing Agile Web development projects under a value-based perspective. *Information and Software Technology*, 61, 124–144. <https://doi.org/10.1016/J.INFSOF.2015.01.006>
- Vos, T. E. J., Marin, B., Escalona, M. J., & Marchetto, A. (2012). A Methodological Framework for Evaluating Software Testing Techniques and Tools. In *2012 12th International Conference on Quality Software* (pp. 230–239). IEEE. <https://doi.org/10.1109/QSIC.2012.16>
- Wohlin, C., Runeson, P., Höst, M., Ohlsson, M. C., Regnell, B., & Wesslén, A. (2012). *Experimentation in software engineering*. Springer.



## **El proyecto Flying Challenge, una experiencia de interconexión universidad-empresa utilizando mentoría entre iguales**

**María del Carmen de Castro Cabrera<sup>1</sup>, Alberto Sánchez Alzola<sup>1</sup>, Araceli García Yeguas<sup>2</sup> y Juan José Domínguez Jiménez<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Escuela Superior de Ingeniería, Puerto Real (Universidad de Cádiz) [carmen.decastro@uca.es](mailto:carmen.decastro@uca.es), [alberto.sanchez@uca.es](mailto:alberto.sanchez@uca.es), [juanjose.dominguez@uca.es](mailto:juanjose.dominguez@uca.es) <sup>2</sup>Escuela Politécnica Superior de Ingeniería (Universidad de Cádiz) [araceli.garcia@uca.es](mailto:araceli.garcia@uca.es)

---

### ***Abstract***

*In this contribution the project Flying Challenge is presented. AIRBUS organize this experience and the School of Engineering of UCA (ESI) collaborate actively. In this project of social action also collaborate high school of the Cádiz province. The main results have highlighted the mutual benefits of common projects with the society. It also increases the presence of ESI in the local education and industrial network.*

***Keywords:*** AIRBUS, Flying Challenge, peer mentoring, social action

---

### ***Resumen***

*En esta contribución se presenta la experiencia Flying Challenge, organizada por AIRBUS y donde participa la Escuela Superior de Ingeniería de la UCA (ESI). En este proyecto de acción social colaboran además institutos de secundaria de la provincia de Cádiz. Los principales resultados obtenidos han puesto de relieve el beneficio mutuo de trabajar en proyectos comunes con la sociedad, aumentando la presencia de la Escuela en el tejido industrial y educativo de la provincia.*

***Palabras clave:*** AIRBUS, Flying Challenge, mentoría entre iguales, acción social

*El proyecto Flying Challenge, una experiencia de interconexión universidad-empresa utilizando mentoría entre iguales*

## **Introducción:**

Esta contribución quiere dar a conocer la experiencia en la participación del proyecto Flying Challenge organizado por la empresa AIRBUS, y en el que la Escuela Superior de Ingeniería (ESI) de la Universidad de Cádiz (UCA) participa desde el curso académico 2015/2016 hasta el 2017/2018. Este proyecto plantea la colaboración de la empresa AIRBUS a través de un proyecto de divulgación y acción social con Centros de Enseñanza de Secundaria Obligatoria del entorno geográfico cercano. La actividad ha sido desarrollada de manera satisfactoria en otros países y, en concreto en España, con institutos de Getafe y la planta de AIRBUS de esa ciudad. Esta experiencia ha supuesto, una oportunidad de acercamiento de estudiantes de la ESI tanto a la empresa como a alumnado de secundaria de la provincia, permitiéndoles conocer una empresa de gran prestigio como es AIRBUS (Álvarez Pérez y López Aguilar, 2014)..

En el ámbito universitario, este proyecto se realiza para potenciar los valores que vienen recogidos en el II Plan Estratégico de la UCA, alineado a su vez con el Plan Director de la Escuela Superior de Ingeniería [<http://esingenieria.uca.es/plan-director/>], en la Misión, Visión y Valores, y especialmente en el reto 3: “Potenciar las relaciones de la ESI con agentes externos para mejorar las alianzas en docencia, investigación y transferencia” y 6: “Dar visibilidad a las actividades de la ESI y de sus egresados”. La mentoría entre iguales ha sido puesta de manifiesto entre el alumnado universitario de los últimos cursos y el de primero, ayudando a desarrollar distintas competencias como planificación, responsabilidad, habilidades comunicativas o trabajo en equipo (Gaete, 2011; García García et al., 2010; Velasco Quintana et al., 2009). Sin embargo, es menos conocida entre alumnado universitario y de secundaria, colaborando además una empresa de gran prestigio como Airbus.

## **Justificación y Objetivos**

La justificación de este trabajo vendría con la mejora del encaje de la institución educativa entre la empresa y el sistema educativo no universitario (Álvarez Pérez y López Aguilar, 2014). El objetivo principal sería que los estudiantes de la ESI tengan una relación cada vez mayor con las empresas e industrias afines con el objetivo de facilitarles la incorporación al

*María del Carmen de Castro Cabrera, Alberto Sánchez Alzola,  
Araceli García Yeguas, Juan José Domínguez Jiménez*

mercado laboral y darse a conocer en los centros educativos de secundaria como referentes del futuro alumnado.

Objetivos específicos: i) la generación de una colaboración activa entre estudiantes-ESI y el alumnado de secundaria, motivándolos en sus proyectos, ii) permitir e incentivar la relación con una empresa puntera como es AIRBUS, facilitando una posible promoción de los futuros egresados y, iii) mantener un contacto vivo y fructífero por parte de la ESI con una parte importante del tejido industrial de la provincia de Cádiz.

### **Trabajos Relacionados**

En este apartado destacamos otros trabajos desarrollados por la ESI como son las “*Clases Aplicadas*”, con los institutos de la zona y las “*Prácticas de Empresa*”. En el trabajo “*Clases Aplicadas*” profesores de la Escuela Superior de Ingeniería imparten clases a alumnos de institutos de la zona. Por otro lado, alumnos/as de la Escuela Superior de Ingeniería realizan prácticas en empresas como Airbus. El proyecto Flying Challenge aún ambas experiencias en los dos niveles, es decir alumnos/as que participan como mentores entre iguales en los institutos y a su vez colaboran con personal de Airbus que también hacen de mentores del alumnado de secundaria. Esto implica que este proyecto es novedoso y de enorme potencial para los estudiantes de ingeniería.

### **Experimentación / Trabajo Desarrollado**

Este proyecto se ha venido desarrollando en colaboración con AIRBUS, con la ESI de la UCA desde el curso 2015/2016 hasta la actualidad. Las plantas e institutos de secundaria participantes fueron: la planta de El Puerto de Santa María (Airbus CBC) con el Instituto de Enseñanza Secundaria (IES) Pintor Juan Lara y la planta de Puerto Real (AIRBUS Puerto Real) con el IES Profesor Antonio Muro.

El proceso seguido por este proyecto se basa en la participación de una serie de voluntarios trabajadores de la empresa AIRBUS junto con otros tantos de la ESI. La colaboración se inicia con un curso de formación preparado por CADIGENIA (empresa dedicada a la formación en la provincia de Cádiz) y coordinado por Cruz Roja Española (anteriormente la empresa United Way) donde se les facilitan herramientas a los futuros voluntarios para el

*El proyecto Flying Challenge, una experiencia de interconexión universidad-empresa utilizando mentoría entre iguales*

mejor trato con los estudiantes de secundaria y para también un mejor desarrollo de los trabajos y proyectos de impacto social.

**Figura 1 Voluntarios ESI (2015/2016) y participación en la Feria de Carreras de ese curso**



Una vez pasado el período de formación, el voluntariado se desarrolla durante una hora, un día a la semana, en las aulas de los institutos participantes. Las/os alumnas/os voluntarias/os junto con el personal voluntario de Airbus se dividían en grupos junto con el alumnado del instituto. Cada grupo se encargaba de un proyecto de implicación social, teniendo una componente de transversalidad, tanto para aprender a organizar proyectos, colaborar con otras instituciones como los compromisos sociales adquiridos. Algunos de los proyectos sociales desarrollados han sido: i) Cuidado de personas mayores; ii) Mantén limpia tu ciudad; iii) No al maltrato animal. En la mayoría de las ocasiones eran el propio alumnado de secundaria quien elegía la temática. En primer lugar organizaban el tema, las actividades a realizar y la aplicación. Si necesitaban financiación organizaban eventos para recogida de dinero que luego gastaban en sus proyectos. Por ejemplo colaboraban con alguna asociación de rescate de animales, en el caso de este proyecto. Los objetivos eran por un lado aprender del alumnado de la ESI, de los/as voluntarios/as de Airbus y por otro tomar conciencia de los problemas sociales del entorno y aprender a solucionarlos. En el caso del alumnado de la ESI, en ocasiones en las aulas se vive algo desconectado de los problemas sociales, al menos de forma directa. De este modo las/os voluntarias/os ejercen de mentores, aprenden a gestionar problemas sociales y hacen un trabajo de empatía y compromiso que les ayudará, como profesionales, haciendo que su formación sea mucho más completa. El período de trabajo se extiende desde noviembre hasta marzo, en una primera fase, llegando hasta final de curso en una segunda. A las pocas semanas de iniciarse activamente el voluntariado se realiza la inauguración oficial del proyecto en las

*María del Carmen de Castro Cabrera, Alberto Sánchez Alzola,  
Araceli García Yeguas, Juan José Domínguez Jiménez*

plantas de AIRBUS y, más recientemente, en la ESI, con participación de autoridades civiles, académicas y de la empresa.

Durante la parte intermedia del proyecto se desarrolla la Feria de Carreras en las dos plantas de AIRBUS participantes. En esta Feria participan los institutos en las diferentes plantas, haciendo una visita guiada y permitiendo que los estudiantes puedan conocer distintos aspectos de voluntariado e instituciones de la provincia, siendo la ESI una participante activa de la Feria mostrando las distintas titulaciones que oferta.

El cierre de las distintas ediciones se realiza en el Salón de Actos de la ESI, donde se muestran los resultados de los proyectos desarrollados por los estudiantes. Este acto representa un momento importante donde se pueden observar los frutos tangibles de los voluntarios, tanto de la planta de AIRBUS como de la ESI.

## **Principales Resultados**

Los estudiantes de secundaria pusieron en marcha más de 20 proyectos de emprendimiento social cada curso, en los que contribuyeron a mejorar su entorno más cercano. Cada grupo, coordinado por dos personas: alumnado de la Universidad y personal de la empresa, comenzaba con una idea para después recopilar información sobre el problema a solucionar, luego diseñaron el proyecto y repartían responsabilidades y roles. Durante el cierre de la experiencia Flying Challenge el proyecto era explicado y presentado en unos minutos.

A destacar los reconocimientos alcanzados por el proyecto Flying Challenge, Premio a la Mejor Práctica en Acción Social por su programa Flying Challenge, una iniciativa educativa dirigida a jóvenes estudiantes en riesgo de exclusión social por parte de Fundación Adecco y el Club de Excelencia en Sostenibilidad (la Vanguardia, 2017; Europapress, 2017; CompromisoRSE, 2017, Comunicae, 2017)

## **Conclusiones**

Las conclusiones principales serían:

1.- Se ha aumentado la presencia de la ESI en el tejido industrial (AIRBUS) y los centros educativos de la provincia.

*El proyecto Flying Challenge, una experiencia de interconexión universidad-empresa utilizando mentoría entre iguales*

- 2.- Se ha puesto en relieve el beneficio mutuo de trabajar en proyectos comunes entre la sociedad y nuestro centro universitario.
- 3.- Se ha conseguido una mayor visibilidad del alumnado de últimos cursos, facilitando su comunicación con las empresas.
- 4.- El alumnado al ejercer de mentores hacen una labor social y de responsabilidad y compromiso con el alumnado de secundaria.
- 5.- Aprenden a gestionar problemas sociales.
- 6.-Hacen un trabajo de empatía que les ayudará a ser mejores profesionales en el futuro.

## Referencias

- Álvarez Pérez, P. R., López Aguilar, D. (2014). *Modelos flexibles de formación: Una respuesta a las necesidades actuales. Programa de mentoría para preparar el tránsito del bachillerato a la Universidad. Revista CIDUI 2014* [www.cidui.org/revistacidui](http://www.cidui.org/revistacidui) ISSN: 2385-6203
- CompromisorSE: *Madrid acoge la entrega de los I Premios de Diversidad & Inclusión.* <http://www.compromisorse.com/rse/2017/11/23/madrid-acoge-la-entrega-de-los-i-premios-de-diversidad--inclusion/>. Última visita: 9 de mayo de 2018.
- Comunicae: *Telefónica, Leroy Merlin, Airbus y Mutua Madrileña, galardonados en los I Premios de Diversidad & Inclusión.* <https://www.comunicae.es/nota/telefonica-leroy-merlin-airbus-y-mutua-1191244/>. Última visita: 9 de mayo de 2018.
- Europapress: *Airbus, entre los galardonados en los I Premios de Diversidad & Inclusión.* <http://www.europapress.es/turismo/transportes/aerolineas/noticia-airbus-galardonados-premios-diversidad-inclusion-20171121143311.html>. Última visita: 9 de mayo de 2018.
- Gaete Quezada, R (2011). *La responsabilidad social universitaria como desafío para la gestión estratégica de la Educación Superior: el caso de España.* Revista de Educación Nº 355 mayo-agosto 2011. Editorial: Secretaría General Técnica. Subdirección General de Documentación y Publicaciones. ISSN papel: 0034-8082. ISSN en línea: 0034-592-X Depósito Legal: M.57/1958. Págs. 109-133.
- García García M. J., Gaya López M. C., Velasco Quintana P. J. (2010). *Mentoría entre iguales: alumnos que comparten experiencias y aprendizaje.* XVI Jornadas de Enseñanza Universitaria de la Informática. Orientación y tutorías.

*26 Congreso Universitario de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas (2018)*

*María del Carmen de Castro Cabrera, Alberto Sánchez Alzola,  
Araceli García Yeguas, Juan José Domínguez Jiménez*

La Vanguardia: *Telefónica, Leroy, Airbus y Mutua premiadas por su diversidad e inserción*  
<http://www.lavanguardia.com/vida/20171121/433061114213/telefonica-leroy-airbus-y-mutua-premiadas-por-su-diversidad-e-insercion.html>. Última visita: 9 de mayo de 2018.

Velasco Quintana, P. J., Domínguez Santos, F., Quintas Barreto, S., Blanco Fernández, A. (2009). *La mentoría entre iguales y el desarrollo de competencias*. JIMCUE'09 - IV Jornadas Internacionales Mentoring & Coaching. Págs. 130 - 143



## Formación en ingeniería con la colaboración activa del entorno universitario

J. Marcos<sup>a</sup>, J. Sánchez<sup>a</sup>, R. Verdugo<sup>a</sup>, A. Nogueiras<sup>a</sup>, M. J. Fernández<sup>b</sup>,  
M. Suárez<sup>c</sup>, A. M. Mariblanca<sup>d</sup>

<sup>a</sup>Dpto. de Tecnología Electrónica-Universidad de Vigo (acevedo@uvigo.es), <sup>b</sup>Dpto. de Traducción y Lingüística-Universidad de Vigo, <sup>c</sup>Mantenimiento y Servicios Técnicos Centrales, PSA, Vigo, <sup>d</sup>UNE, Madrid.

---

### **Abstract**

*This paper describes an experiment to improve the training of engineering students based on the involvement of companies from the environment of the university. The PBL (Project-Based Learning) methodology is at the foundation of this activity. The collaboration of the companies is based on their offer of work for specific subjects. The projects are done in groups and the students have both an academic and a company supervisor. Collaborating with these companies improves the competences inherent to the subject, but also transversal competences like teamwork capacity, communication skills or consensual decision-making; it also increases the employability of the students. This activity has been developed since 1998-99 with satisfactory results, so it is currently used in more subjects of our University.*

**Keywords:** PBL, Active learning, collaborative learning, interdisciplinary work.

---

### **Resumen**

*En este trabajo se muestra una experiencia llevada a cabo para mejorar la formación de los alumnos de ingeniería a base de involucrar en dicha formación a las empresas del entorno. Esta actividad está basada en la metodología PBL (Aprendizaje basado en proyectos). La colaboración de las empresas se basa en la oferta de trabajos para asignaturas concretas. Estos trabajos se*

*realizan en grupo y son tutorizados, tanto por la empresa como por el profesorado de la asignatura. La colaboración con el entorno empresarial de la Universidad supone no solamente un incremento en las competencias propias de la asignatura sino también en las competencias transversales (capacidad de trabajo en equipo, capacidad de comunicación, toma de decisiones consensuadas, etc.), así como una mejora importante de cara a la empleabilidad de los alumnos. Esta actividad se está desarrollando desde el curso 1998-99 y con resultados plenamente satisfactorios, por lo que actualmente se utiliza en más asignaturas de nuestra Universidad.*

**Palabras clave:** *PBL, aprendizaje activo, aprendizaje colaborativo, trabajo interdisciplinar.*

## **Introducción**

En el Departamento de Tecnología Electrónica de la Universidad de Vigo se han realizado diversos trabajos y experiencias en los últimos años, con el objetivo de desarrollar herramientas y metodologías educativas dedicadas a mejorar la actividad de los docentes y la inserción laboral de los alumnos. En este trabajo se expone la metodología utilizada en varias asignaturas impartidas en diversos centros de ingeniería y en los que nuestro Departamento tiene la responsabilidad de su docencia.

Es muy habitual, y cada vez más, que los alumnos realicen trabajos en grupo en muchas asignaturas. Para la realización de este tipo de actividades la metodología PBL (Project Based Learning) resulta muy adecuada, se lleva aplicando desde hace años y con muy buenos resultados (Hadim, H. A., 2002), (Eugène, C., 2006), (Lacuesta, R., 2009), (Chauhan, S., 2012).

Por otra parte el aprendizaje en cualquier asignatura tecnológica se ve claramente favorecido si el alumno tiene la oportunidad de enfrentarse a problemas reales directamente relacionados con el contenido de dicha asignatura. Por ello esta actividad resulta muy interesante si se realiza en colaboración con una empresa. Para ello se necesita que la o las empresas colaboradoras propongan trabajos de este tipo, en colaboración con los profesores de la asignatura. Esta actividad, organizada en colaboración con las empresas del entorno universitario presenta las siguientes características:

Los alumnos trabajan con mucha más motivación ya que, desde su punto de vista, estos trabajos aparecen como trabajos más reales.

Los alumnos trabajan en grupo y de forma interdisciplinar, ya que interaccionan con los técnicos de la empresa para la realización del trabajo.

Además del aprendizaje activo relacionado con la asignatura, desarrollan competencias transversales (capacidad de trabajo en equipo, capacidad de comunicación, toma de decisiones consensuadas, etc.).

Si la metodología PBL se combina con la colaboración de la empresa se consiguen mejores resultados (De los Ríos, I. A. 2010) (Wang, Y., 2012) (Soares, F. O., 2013). La mayoría de las experiencias existentes se han realizado básicamente como trabajos en los que se combinan varias materias, pero también es posible realizarlo con alumnos de una sola materia. En nuestro caso la colaboración se realiza con asignaturas concretas y el resultado es muy satisfactorio tanto para los alumnos (algunos ya con más de 15 años de experiencia laboral en estos momentos), como para los profesores y para las empresas colaboradoras.

En este artículo se muestra la metodología utilizada para realizar trabajos de asignaturas concretas en colaboración con empresas. Esta actividad se inició en el curso 1998-99 y actualmente se realiza en varias asignaturas de tres centros de ingeniería distintos, debido a los buenos resultados obtenidos.

La actividad se comenzó a desarrollar en una asignatura de 5º curso de la titulación de Ingeniero de Telecomunicación, especialidad de electrónica. Actualmente esta metodología se utiliza en una asignatura de 3º curso del Grado en Tecnologías de Telecomunicación y especialidad de Electrónica y otra de 2º curso del Master en Ingeniería de Telecomunicación. También se utiliza esta metodología en una asignatura de 1º curso del Master en Ingeniería Industrial y en otra de 4º curso del Grado en Ingeniería de la Energía y especialidad de Eficiencia Energética.

No son prácticas en empresas propiamente dicho, ya que son actividades de menor duración y muy centradas en una asignatura en concreto.

## **Contexto**

Como norma general en las asignaturas a las que se refiere este trabajo, los alumnos realizan una serie de actividades como son la resolución de ejercicios y problemas que deben entregar en unos plazos establecidos, prácticas de laboratorio que también son obligatorias, etc. De esta forma se cubre el 40% de la nota final. El 60% restante lo obtienen de un examen o de trabajos con el entorno de la Universidad. La elección de una forma u otra de evaluación es una opción que elige el alumno al comienzo de la asignatura. En este documento nos centraremos en la opción de colaboración con el entorno, que además es la opción elegida por la inmensa mayoría de los alumnos.

El primer paso consiste en buscar empresas dispuestas a colaborar. Inicialmente puede no resultar fácil, pero después de la experiencia acumulada no presenta mayores dificultades (Marcos, J., 2009), (Marcos J., 2012) y puede ser utilizada como referencia para extrapolarla

a cualquier otro centro universitario y otras empresas. Además de las empresas que son contactadas por el profesorado de las asignaturas, también se puede dar la opción de que el alumno proponga algún trabajo en colaboración con alguna empresa que conozca.

Una vez que se tiene la empresa colaboradora, el profesor, junto con los técnicos de la empresa, establece los trabajos a realizar, así como el alcance de los mismos. En nuestro caso estos trabajos se realizan normalmente en grupos de tres alumnos, pero excepcionalmente pueden ser de 2 e incluso 4 alumnos, según las características específicas del trabajo a realizar. Se debe tener en cuenta que la colaboración con la empresa supone la realización de trabajos que no son absolutamente homogéneos en cuanto a carga de trabajo, horas de permanencia en la empresa, etc. Cada grupo de trabajo debe disponer de un responsable en la empresa, que será la persona con la que contactan cada vez que los alumnos acuden para recoger información, para ver las distintas instalaciones o equipos sobre las que van a desarrollar su trabajo o para realizar cualquier actividad relacionada con el mismo. Una vez en la empresa, no solamente interactúan con el tutor, sino que también lo hacen con otros técnicos que desarrollan su actividad en la máquina o instalación concreta.

Los trabajos planteados no son uniformes en cuanto a sus características, y de igual forma, también difiere de unos trabajos a otros el tiempo que el alumno debe permanecer en las instalaciones de la empresa, así como el número de visitas que debe realizar.

Cada trabajo se documenta mediante una memoria que recoge todos los datos relativos al mismo (objetivos concretos, metodología utilizada, resultados, etc.) y, finalmente, se realiza una presentación ante los profesores y los técnicos de la empresa que colaboraron en la actividad. Para cada presentación se asigna un tiempo aproximado de diez minutos. Finalmente la empresa otorga un certificado a cada alumno de que han colaborado en ese trabajo.

Durante el desarrollo de la actividad el profesor hace un seguimiento periódico de los trabajos, tanto de su evolución, como de las dificultades que presentan y, en general, sobre la marcha de los mismos. Este control se lleva a cabo mediante reuniones (presenciales o no) con cada grupo de alumnos e informes periódicos (escritos o verbales), que varían según los casos pero que como mínimo son quincenales.

Se debe tener en cuenta que se trata de trabajos que pretenden solucionar problemáticas reales para las que, en algunos casos, los alumnos encuentran una solución técnicamente viable y en otros casos las posibles soluciones que encuentran no son viables o incluso no se encuentra la solución al problema planteado.

Una de las grandes dificultades que esta actividad presenta para el profesor es la evaluación y calificación de estos trabajos. Aunque se valora positivamente la viabilidad de los resultados logrados, éstos no son definitivos porque la dificultad de los trabajos y la escasa experiencia de los alumnos hacen que no siempre sea posible lograr resultados plenamente satisfactorios. Además, cada trabajo presenta dificultades y características especiales, que los hace

difficilmente comparables entre sí por su falta de uniformidad. Por todo ello, además de los resultados, lo que más se tiene en cuenta es:

- La metodología llevada a cabo.
- La iniciativa en la búsqueda de soluciones.
- El rigor con el que se obtuvieron las conclusiones.
- El informe y presentación del trabajo realizado.

## **Descripción**

La actividad se desarrolló y/o desarrolla con las siguientes asignaturas:

**Fiabilidad de los Sistemas Electrónicos (FSE).** Esta asignatura es optativa y se ubica en 5º curso de la titulación de Ingeniero de Telecomunicación, especialidad de Electrónica. Era una asignatura de 6 créditos, con 45 horas de teoría y 15 horas de laboratorio. La asignatura se impartió durante toda la vida del plan de estudios, comenzando en el curso 1998-99 y finalizando en el curso 2015-16 (18) cursos académicos. Durante estos años el 100% de los alumnos eligieron hacer los trabajos y ningún alumno optó por el examen. En esta asignatura el alumno dedicaba 90h para los trabajos en colaboración con el entorno.

**Ingeniería de Equipos Electrónicos (IEE).** Es una asignatura optativa de 6 créditos ECTS, que se imparte en 3º curso de la titulación de Grado en Tecnologías de Telecomunicación y especialidad de Electrónica. Esta asignatura, aunque adaptada al sistema de Bolonia tiene un contenido bastante parecido a la de la titulación antigua Fiabilidad de Sistemas Electrónicos. En esta asignatura el alumno dedica 60 horas para los trabajos tutelados.

**Implementación y Explotación de Equipos Electrónicos (IEEE).** Es una asignatura de 6 créditos ECTS, que se imparte en 2º curso de la titulación de Master en Ingeniería de Telecomunicación y especialidad de Electrónica. En esta asignatura el alumno dedica 40 horas para los trabajos tutelados.

**Diseño Avanzado de Sistemas Electrónicos Industriales (DASEI).** Esta es una asignatura optativa que se imparte en el primer curso de Master de Ingeniería Industrial en la Escuela del mismo nombre y se comenzó a impartir en el curso 14-15. Es una asignatura de 4,5 créditos ECTS en la que el alumno dedica 40 horas para los trabajos tutelados.

**Tecnología Electrónica (TE).** Esta asignatura es optativa y se imparte en 4º curso de la titulación de Grado en Ingeniería de la Energía y especialidad de Eficiencia Energética, de la Escuela de Ingeniería de Minas y Energía. Tiene una carga docente de 6 créditos ECTS, es la única asignatura de Electrónica en esta titulación y comenzó a impartirse en el curso 13-14. Los trabajos, frecuentemente están relacionados con la selección de equipos electrónicos

para solventar problemas específicos relacionados con la eficiencia energética, y propuestos por las empresas colaboradoras. En esta asignatura la dedicación para los trabajos tutelados es de 47 horas. A diferencia de las otras asignaturas en este caso los alumnos no suele ser necesario que vayan a la empresa.

Los alumnos de las asignaturas FSE, IEE y DASEI realizan dos tipos de trabajos tutelados, uno en colaboración con una empresa y otro en colaboración con UNE (Antes AENOR), además la mayoría de los trabajos en colaboración con la empresa fueron realizados con una gran empresa que sigue colaborando de forma ininterrumpida desde el curso 1998-99. Del total de horas que los alumnos dedican a estas dos actividades, dos terceras partes están dedicadas al trabajo en colaboración con la empresa y una tercera parte al trabajo en colaboración con UNE.

La asignatura TE solo realiza el trabajo en colaboración con la empresa y en este caso existen varias empresas que colaboran habitualmente en esta actividad. En todos los casos, las empresas colaboradoras y UNE, emiten un certificado a cada alumno de que han participado en esta actividad.

## **Resultados**

En los apartados siguientes se muestra para cada asignatura los resultados obtenidos. Primeramente se muestran los resultados obtenidos para el trabajo en colaboración con la empresa de las cuatro asignaturas citadas y finalmente se muestran los resultados para el trabajo en colaboración con UNE, que solo lo realizan los alumnos de las asignaturas FSE, IEE y DASEI.

### *Resultados Fiabilidad de Sistemas Electrónicos (FSE)*

Esta asignatura se impartió durante 18 cursos académicos en los que los resultados se muestran en la Tabla 1.

**Tabla 1. Resultados FSE**

Nº Total de Alumnos	Nº Total de Trabajos	GRAN EMPRESA		Otras empresas	
		Nº de Alumnos	Nº de Trabajos	Nº de Alumnos	Nº de Trabajos
240	95	211	80	25	15

De la tabla 1 se deduce que de los 240 alumnos matriculados en la asignatura, realizaron su trabajo en la gran empresa 211 (88 %) y 25 (10,4 %) en otras empresas del entorno. Finalmente 4 alumnos (1,6 %), aunque se matricularon no llegaron a cursar la asignatura y del total de alumnos que la cursaron (211), 4 no llegaron a finalizar los trabajos asignados, por

lo que no superaron la asignatura. Es decir, de un total de 211 alumnos superaron la asignatura 207, lo que supone un nivel de éxito del 98 %. El éxito no fue del 100 % básicamente porque algunos alumnos realizaron una planificación equivocada a principio de curso, que les llevó a pensar en una disponibilidad de tiempo que finalmente no respondía la realidad y no pudieron hacer frente a la asignatura. De igual forma la tabla muestra que el 84,2% de los trabajos se realizaron con la gran empresa, mientras que 15 trabajos se realizaron, a propuesta de los alumnos, con otras empresas del entorno.

#### *Resultados Ingeniería de equipos electrónicos (IEE)*

La Tabla 2 muestra los resultados obtenidos. Se trata de una asignatura de 3º curso de la titulación de Grado y a diferencia de la asignatura de la titulación anterior, que se impartía en 5º curso, no todos los alumnos deciden hacer trabajos aunque si la mayoría. En este caso todos los trabajos se hicieron en la gran empresa y aún no hubo propuestas de alumnos. Todos los alumnos que decidieron hacer trabajos realizaron todas las actividades propuestas y el 100% de los alumnos que optaron por esta opción superaron la asignatura.

**Tabla 2. Resultados IEE**

Curso Académico	Alumnos Totales	GRAN EMPRESA	
		Alumnos	Trabajos
12-13	23	9 (40%)	2
13-14	19	17 (90%)	4
14-15	13	11(85%)	3
15-16	18	18 (100%)	6
16-17	15	14 (93%)	7
Total	88	69 (78%)	22

#### *Resultados Diseño Avanzado de Sistemas Electrónicos Industriales (DASEI)*

Los resultados obtenidos para esta asignatura se muestran en la Tabla 3. Se trata de una asignatura reciente de una titulación implantada también recientemente. Hasta la actualidad el número de alumnos que la cursaron es reducido. De los 7 alumnos que decidieron sustituir el examen por trabajos, 6 (86%) superaron la asignatura.

#### *Resultados Tecnología Electrónica (TE)*

Es una asignatura de contenido genérico ya que es la única de electrónica en la titulación. La Tabla 4 muestra los resultados obtenidos. En este caso, de los 86 alumnos matriculados solamente 79 hicieron los trabajos y el 100% de estos superó la asignatura. En esta asignatura hay 8 empresas que han colaborado y/o colaboran habitualmente.

Tabla 3. Resultados DASEI

Curso Académico	Alumnos Totales	GRAN EMPRESA	
		Alumnos	Trabajos
14-15	1	1 (100%)	1
15-16	2	0 (0%)	0
16-17	6	6 (100%)	3
Total	9	7 (78%)	4

Tabla 4. Resultados TE

Curso Académico	Alumnos Totales	Nº de Empresas	Nº de Trabajos
13-14	14	2	5
14-15	29 (28)	4	9
15-16	18	7	3
16-17	25 (19)	4	6
	86 (79)		23

*Resultados obtenidos de la colaboración con AENOR*

Como ya se indicó, esta actividad se realiza solamente con las asignaturas FSE, IEE y DASEI. La actividad se lleva a cabo en colaboración con UNE y más concretamente con el Comité de Confiabilidad (AEN/CTN 200/SC 56) que trata temas relacionados directamente con el contenido de dichas asignaturas. Este Comité, entre otras funciones, realiza traducciones y revisiones de normas que posteriormente son publicadas en español, ya que muchas de ellas son elaboradas por organismos internacionales de normalización (ISO, IEC, etc.) y publicadas en inglés y francés inicialmente.

Esta actividad se inició en el curso 2010-11 con alumnos de la asignatura FSE y posteriormente se extendió también a las otras dos IEE y DASEI. Para la realización de estos trabajos se colabora con la Facultad de Filología y Traducción, que si bien sus alumnos no tienen formación técnica, sí que tienen competencias para la comprensión de documentos técnicos y su traducción documentada.

Para la realización de esta actividad se forman grupos de trabajo interdisciplinares formados cada grupo por tres alumnos de Ingeniería y un máximo de tres alumnos de Filología y Traducción con especialidad de inglés como primera lengua y otros tres de especialidad francés como primera lengua. Si como es habitual, no se alcanza el número máximo de alumnos de

la Facultad de Filología y Traducción, se distribuyen dichos alumnos entre los grupos de Ingeniería.

Los trabajos realizados hasta la actualidad, son de tres tipos distintos, tabla 5:

**Revisión de normas ya publicadas.** Este tipo de trabajo solo se hizo el primer año (Curso 2010-11) Los alumnos trabajan con los documentos originales de las normas en francés e inglés y con la norma que ha sido publicada por UNE en español. El objetivo del trabajo en este caso es hacer un informe sobre la norma, presentando todos los posibles fallos o cambios, que según el criterio de los alumnos, mejorarían la redacción del documento en español. En este caso el trabajo no tiene mucha repercusión dado que la norma ya está publicada.

**Revisión de normas no publicadas.** Los alumnos trabajan sobre el documento de la norma original, en francés e inglés, y el documento traducido al español pero todavía no publicado. El objetivo del trabajo es el mismo que en el caso anterior, pero con la salvedad de que los cambios propuestos por los alumnos pueden formar parte del documento final, dado que la norma todavía no ha sido publicada. En este caso la mayoría de las recomendaciones (del orden del 60 o 70%) hechas por los alumnos suelen ser aceptadas.

**Traducción de normas.** Los alumnos trabajan sobre el documento de la norma original, en francés e inglés, y realizan la traducción de la misma. Este trabajo le sirve al Comité de Confiabilidad, como un documento adicional a la hora de realizar la traducción de la norma.

La asignación de la carga de trabajo presenta ciertas dificultades porque las normas son distintas en cuanto a la amplitud, contenido, etc. Todos estos factores se tienen en cuenta a la hora del reparto de tareas. No obstante y de forma aproximada, se utiliza el siguiente criterio:

- Para actividades de revisión se asignan del orden de 10 páginas por alumno.
- Para actividades de traducción del orden de 5 páginas por alumno.

La tabla 5 muestra el resumen de todos los trabajos realizados, el tipo de trabajo (revisión/traducción), así como el número de alumnos participantes distribuidos por titulaciones.

En todos los casos, y una vez finalizados los trabajos, el profesor de la asignatura los remite a UNE que, a su vez, los remite también al Comité de Confiabilidad (AEN/CTN 200/SC 56), para su consideración.

Tabla 5. Resultados colaboración con AENOR

<b>Revisión de Normas Publicadas</b>	<b>Nº de alumnos</b>
Trabajos realizados: 6	Teleco.: 17 Traducción: 9
<b>Revisión de Normas No Publicadas</b>	<b>Nº de alumnos</b>
Trabajos realizados: 3	Teleco.: 17 Traducción: 18
<b>Traducción de Normas</b>	<b>Nº de alumnos</b>
Trabajos realizados: 9	Teleco.: 88 Industriales: 7 Traducción: 62
<b>TOTAL</b>	<b>Nº de alumnos: 218</b>
TRABAJOS REALIZADOS: 18	Teleco.: 122 Industriales: 7 Traducción: 89

## Conclusiones

Se ha presentado la actividad llevada a cabo en varias asignaturas de ingeniería en las que se realizan trabajos de las mismas en colaboración con el entorno. Se le ofrece al alumno la posibilidad de resolver problemas reales, pero sin la presión laboral y la responsabilidad del día a día. La experiencia ha resultado muy satisfactoria y se puede extrapolar a otras asignaturas de otras titulaciones.

El número de alumnos para estas actividades y por profesor no debe superar un máximo de 20. Un número mayor resta efectividad al sistema, dificulta las tutorías y la supervisión de los trabajos.

La actividad iniciada con la asignatura FSE en el curso 1998-99 constituye una actividad pre Bolonia, que mejora las competencias transversales del alumno así como su empleabilidad y encaja en gran medida con el EEES.

La empresa también valora positivamente la actividad que desarrollan los alumnos, que si bien no tienen experiencia frecuentemente resuelven problemas y muchas veces con una forma distinta por no estar inmersos en la dinámica de la empresa, que además es la aportación que más valoran las empresas.

La dificultad fundamental está en las dos o tres primeras veces que se realiza la actividad. La empresa debe acostumbrarse a trabajar con alumnos que tienen un tiempo de dedicación reducido (no es a tiempo completo ya que tienen otras tareas docentes) y en una época del año concreta, y los alumnos tienen que acostumbrarse a colaborar con la empresa donde las prioridades de sus tutores son otras distintas que las de sus tutores en la Universidad. Pero después de las colaboraciones iniciales la empresa tiene claro que tipos de trabajos puede proponer y que puede esperar de los alumnos. Por otra parte los profesores de la asignatura conocen el funcionamiento interno de la empresa, como trabaja y como se pueden gestionar los trabajos.

Otra dificultad en las primeras veces que se lleva a cabo la actividad es proponer y seleccionar los trabajos con los contenidos adecuados a la asignatura y que pueden ser realizados por los alumnos. También aparece otra problemática y es que el número de trabajos que la empresa debe proponer es cambiante cada año, en función del número de alumnos matriculados.

También se debe tener en cuenta la problemática relacionada con la confidencialidad que suele ser habitual en los trabajos con empresas. Esto es fácilmente solventable mediante un documento de confidencialidad o mediante unas cláusulas de confidencialidad en el documento elaborado.

Como conclusión final se puede decir que después de estos años de colaboración con las empresas el resultado es plenamente satisfactorio para todos los participantes y prueba de ello es que se sigue realizando. Por otra parte la realización de este tipo de trabajos es perfectamente posible, tenemos los recursos y se deben aprovechar.

### **Agradecimientos**

Los autores agradecen a la Universidad de Vigo la ayuda prestada para la realización de esta actividad, así como a las empresas colaboradoras, especialmente al grupo PSA y a UNE, por su estrecha colaboración con profesores y alumnos para desarrollar esta actividad. De igual forma los autores agradecen la ayuda recibida a través del proyecto de investigación DPI2015-70031-R “Captación y almacenamiento de energía residual para aplicaciones en sistemas aislados” por la ayuda prestada para la implantación de esta metodología en asignaturas relacionadas con Tecnología Electrónica y en particular en la especialidad de eficiencia energética.

### **Referencias**

Hadim, H. A. and Esche S.K. (2002). *Enhancing the engineering curriculum through Project-Based Learning*. 32th ASEE/IEEE Frontiers in Education Conference, Boston, United States. Retrieved from <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?arnumber=1158200>.

- Eugène, C. (2006). *How to teach at the university level through an active learning approach? Consequences for teaching basic electrical measurements*. Measurement (Elsevier) 39, 936–946. Retrieved from <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0263224106001680>.
- Lacuesta, R., G. Palacios & L. Fernández (2009). *Active Learning through Problem Based Learning Methodology in Engineering Education*. 39th ASEE/IEEE Frontiers in Education Conference, San Antonio, Texas, United States. Retrieved from <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?arnumber=5350502>.
- Marcos, J., S. Pérez, J. Sánchez, R. Álvarez & M. Suárez (2009). *Active Learning Approach for Engineering, Collaboration with the Corporate World*. The International Journal of Engineering Education (IJEE), vol. 25, no. 4, 777-787. Retrieved from <https://www.ijee.ie/covers/covandabs25-4.pdf>.
- De los Ríos, I. A. Cazorla, J. M. Díaz-Puentea & J. L. Yagüe (2010). *Project-based learning in engineering higher education: two decades of teaching competencies in real environments*. Procedia (Elsevier) 2, 1368-1378. Retrieved from [http://ac.els-cdn.com/S1877042810002429/1-s2.0-S1877042810002429-main.pdf?\\_tid=6d936b64-54dd-11e7-aa89-00000aacb362&acdnat=1497869746\\_b03ed9f3abba51bcf2a08cb4ab2eda02](http://ac.els-cdn.com/S1877042810002429/1-s2.0-S1877042810002429-main.pdf?_tid=6d936b64-54dd-11e7-aa89-00000aacb362&acdnat=1497869746_b03ed9f3abba51bcf2a08cb4ab2eda02).
- Chauhan, S. (2012). *Cooperative learning versus competitive learning: which is better?*. International Journal of Multidisciplinary Research, vol.2, issue 1. Retrieved from [http://www.zenithresearch.org.in/images/stories/pdf/2012/Jan/ZIJMR/27%20SANGEETA%20CHAUHAN%20research\\_paper\\_on\\_cooperative\\_learning\\_fr\\_zenith.pdf](http://www.zenithresearch.org.in/images/stories/pdf/2012/Jan/ZIJMR/27%20SANGEETA%20CHAUHAN%20research_paper_on_cooperative_learning_fr_zenith.pdf).
- Wang, Y., Yu, Y., Wiedmann, H., Xie, N., Xie, C., Jiang, W. & Feng, W. (2012). *Project based learning in mechatronics education in close collaboration with industrial: Methodologies, examples and experiences*. Mechatronics (Elsevier) 22, 862-869. Retrieved from [http://ac.els-cdn.com/S0957415812000797/1-s2.0-S0957415812000797-main.pdf?\\_tid=c27625d6-54dd-11e7-8a1c-00000aacb35e&acdnat=1497869888\\_6bd0c494732a616c62fd48d288842db7](http://ac.els-cdn.com/S0957415812000797/1-s2.0-S0957415812000797-main.pdf?_tid=c27625d6-54dd-11e7-8a1c-00000aacb35e&acdnat=1497869888_6bd0c494732a616c62fd48d288842db7).
- Marcos J., M. J. Fernández, J. Sánchez, M. Suárez & A. M. Mariblanca (2012). *Training in RAMS in Collaboration with Industrial Companies and Institutions*. 2nd International Workshop AMEST 2012 Advances Maintenance Engineering Services and Technologies. Retrieved from [http://ac.els-cdn.com/S1474667015338945/1-s2.0-S1474667015338945-main.pdf?\\_tid=f079e166-54dd-11e7-b9aa-00000aab0f02&acdnat=1497869965\\_0e136bae380929db787e5dd569ba0edb](http://ac.els-cdn.com/S1474667015338945/1-s2.0-S1474667015338945-main.pdf?_tid=f079e166-54dd-11e7-b9aa-00000aab0f02&acdnat=1497869965_0e136bae380929db787e5dd569ba0edb).
- Soares, F. O., Sepúlveda, M. J., Monteiro, S., Lima, R. M. & Dinis-Carvalho, J. (2013). *An integrated project of entrepreneurship and innovation in engineering education*. Mechatronics, Elsevier 23, 987-996. Retrieved from [http://ac.els-cdn.com/S0957415812001092/1-s2.0-S0957415812001092-main.pdf?\\_tid=0b2414dc-54de-11e7-83d7-00000aab0f6b&acdnat=1497870010\\_6dce0aeabff18668fa39daa5a09c6888](http://ac.els-cdn.com/S0957415812001092/1-s2.0-S0957415812001092-main.pdf?_tid=0b2414dc-54de-11e7-83d7-00000aab0f6b&acdnat=1497870010_6dce0aeabff18668fa39daa5a09c6888).



## **“Emprende en Verde”. Proyecto de Innovación Docente de fomento del emprendimiento en el ámbito de las Ingenierías Agrarias**

**Margarita Rico González<sup>a</sup>, Rocío Losada Burgos<sup>a</sup>, Almudena Gómez Ramos<sup>a</sup>, Asier Sáiz Rojo<sup>a</sup>, María Piedad Campelo Rodríguez<sup>b</sup>, Rita María Robles Robles<sup>b</sup>, María Villahoz Asensio<sup>c</sup>**

<sup>a</sup>Departamento de Ingeniería Agrícola y Forestal. Escuela Técnica Superior de Ingenierías Agrarias de Palencia. Universidad de Valladolid, <sup>b</sup>Departamento de Ingeniería y Ciencias Agrarias. Escuela Superior y Técnica de Ingeniería Agraria. Universidad de León, <sup>c</sup>Parque Científico de la Universidad de Valladolid. Campus de Palencia

---

### ***Abstract***

*Nowadays entrepreneurship represents an accessible mechanism for the incorporation of young people into the labor market. Specifically, enterprises creation in the different agrarian sectors is a real source of employment for those newly graduated in some of the Green Engineering that have innovative ideas and entrepreneurial character. Consequently, a Teaching Innovation Project is being developed at the Technical School of Agricultural Engineering in Palencia. The main objective is to foster creativity, innovation and entrepreneurial spirit in agricultural, agroindustrial and forestry sectors. To achieve this goal, some actions and dynamics have been carried out in which both teaching staff and professionals related to entrepreneurship and business activities related to agroforestry and agro-food sectors have participated. Results show that although students in the first instance do not have a high entrepreneurial predisposition, they are sensitive to be trained in this topic and to develop creative ideas once they have finished their studies.*

**Keywords:** *Green Engineering, entrepreneurship, teaching innovation, EHEA.*

---

### **Resumen**

*Actualmente el autoempleo se configura como un mecanismo accesible para la incorporación de los jóvenes al mercado de trabajo. Concretamente, la creación de empresas en los diferentes sectores agrarios constituye un verdadero yacimiento de empleo para aquéllos recién titulados en alguna de las Ingenierías Verdes que cuenten con ideas innovadoras y carácter emprendedor. Consecuentemente, en la Escuela Técnica Superior de Ingenierías Agrarias de Palencia se está desarrollando un Proyecto de Innovación Docente cuyo principal objetivo se centra en fomentar la creatividad, la innovación y el espíritu emprendedor dentro de los sectores agrícola, agroindustrial y forestal. Para alcanzar tal fin, se han llevado a cabo diversas acciones y dinámicas en las que han participado tanto personal docente como profesionales relacionados con el emprendimiento y con actividades empresariales relacionadas con los sectores del ámbito agroforestal y agroalimentario. Los resultados obtenidos hasta el momento muestran que si bien los alumnos en primera instancia no tienen una elevada predisposición emprendedora, sí que son sensibles a formarse en este tema y a desarrollar ideas creativas una vez terminados sus estudios.*

**Palabras clave:** *Ingenierías Verdes, autoempleo, innovación docente, EEES.*

## **1. Introducción**

Una de las líneas estratégicas de trabajo de las universidades e incluso un indicador a través del cual se evalúa la calidad de la educación superior, es la tasa de empleabilidad de los titulados (Suárez, 2014). Este parámetro, de igual forma, representa una de las mayores preocupaciones de los futuros universitarios a la hora de seleccionar una u otra titulación, así como para aquéllos que ya están desarrollando sus estudios terciarios. En este sentido, la denominada Estrategia 2020 de la Unión Europea determina que la mejor forma de aumentar la empleabilidad de las personas es a través de una mayor formación y cualificación y las universidades juegan un papel fundamental en tal cometido, ya que capacitan a una sociedad a elevar los niveles de talento, conocimiento y competitividad (Ministerio de Trabajo e Inmigración, 2010; Comisión Europea, 2012).

A su vez y ante el inestable panorama laboral ante el que nos encontramos, el autoempleo (ya sea individual o colectivo) se configura como un mecanismo accesible para la incorporación al mercado de trabajo. Así, dentro del programa para la cooperación europea en el ámbito de la educación y la formación denominado Marco Estratégico Educación y Formación 2020 (ET2020), uno de los cuatro objetivos estratégicos se centra en “Incrementar la creatividad y la innovación, incluido el espíritu empresarial, en todos los niveles de la edu-

*Margarita Rico, Rocío Losada, Almudena Gómez Ramos, Asier Sáiz, María Piedad Campelo, Rita María Robles, María Villahoz*

cación y la formación”. Para ello, se propone la asociación entre el mundo empresarial y diferentes niveles y sectores de la educación y la enseñanza del emprendimiento (Ministerio de Educación, Cultura y Deporte, 2013).

La Universidad, por definición, tiene implícito este cometido dentro de la denominada “Tercera Misión” (Medina, 2005), definida como la transferencia de conocimiento a la sociedad y entre cuyas funciones se encuentra la de crear empresas de base tecnológica o spin-offs universitarias (Bueno, 2007). Y esa necesaria interrelación Universidad-Empresa-Emprendimiento se viene recogiendo en los diferentes planes de estudio de las distintas universidades. En concreto, dentro de las competencias tanto genéricas como específicas de muchas de las titulaciones universitarias no es extraño encontrar tales como “Ser capaz de resolver problemas”, “Ser capaz de tomar decisiones”, “Desarrollar la creatividad” y “Ser capaz de tomar iniciativas y desarrollar espíritu emprendedor”. Asimismo, las prácticas en empresas que de manera obligatoria se realizan en gran parte de titulaciones universitarias, refuerzan la interrelación antes mencionada e intensifican el nivel de empleabilidad de los futuros egresados.

Por todo ello, este trabajo se enmarca en el desempeño que ha de desarrollar la Universidad como formadora e impulsora del emprendimiento en las diferentes titulaciones. Más en concreto, se ha trabajado con varias titulaciones que conforman las denominadas “Ingenierías Verdes”, como son Ingeniería Agrícola y del Medio Rural, Ingeniería de las Industrias Agrarias y Alimentarias, Ingeniería Forestal y del Medio Natural y Enología (ésta última no es una ingeniería, pero está muy interrelacionada con las anteriores titulaciones y se ha optado por incluirla en el proyecto). Todas estas titulaciones se imparten en la Escuela Técnica Superior de Ingenierías Agrarias de Palencia (ETSIIAA) de la Universidad de Valladolid (UVA) que es donde se está desarrollando el Proyecto de Innovación Docente (PID) “Emprende en Verde” cuyos resultados van a exponerse en esta comunicación.

En la actualidad la economía de Castilla y León tiene un importante componente agrario, agroalimentario y forestal, siendo las pequeñas y medianas empresas las que están generando un mayor número de empleos y de nivel de negocio. Por ende, los emprendedores de estos sectores constituyen un factor fundamental para el desarrollo económico y social de la región en general y de las zonas rurales en particular, las cuales se encuentran afectadas por un incesante proceso de despoblación y de descapitalización económica y social (Rico y Gómez-Limón, 2012).

No obstante, se constata que son muy pocos los jóvenes universitarios que se plantean como salida profesional la creación de una empresa propia. El Libro Blanco de Estudios de Grado en Ingenierías Agrarias y Forestales (Alcalde, 2005), constata asimismo las dificultades de los titulados para desarrollar iniciativas de autoempleo, debido a factores tales como su miedo al fracaso y a una carencia formativa e informativa. Otros trabajos realizados en este mismo ámbito corroboran tales hechos (Cano *et al.*, 2004; Campelo, 2013). Por

otro lado, los miembros de este PID coinciden en señalar que los alumnos de las titulaciones que conforman las llamadas Ingenierías Verdes, en general no toman en demasiada consideración de cara a su futuro profesional los contenidos que integran las asignaturas pertenecientes al área de Economía Agraria, relacionadas con la gestión y administración de empresas. Sin embargo, cuando acceden al mercado laboral, reconocen la necesidad de poseer esos conocimientos tanto en la fase de búsqueda de empleo como cuando ya han encontrado un trabajo.

## **2. Objetivos**

El objetivo de este trabajo se centra en ofrecer los principales resultados del PID “Emprende en Verde” cuyo fin es fomentar principalmente en los alumnos de primer curso de Grado de la ETSIIAA de Palencia la creatividad, la innovación y el espíritu emprendedor dentro de los sectores agrícola, agroalimentario y forestal.

Para alcanzar el logro general anteriormente mencionado, en el PID se han planteado asimismo una serie de objetivos específicos atendiendo a los diferentes agentes que intervienen en el proyecto:

### *Objetivos específicos del PID “Emprende en Verde” para los estudiantes*

- Evaluar la actitud emprendedora previa y su evolución a lo largo de la duración del PID.
- Aportar a los alumnos información teórico-práctica orientada a despertar vocaciones emprendedoras en los sectores agroforestales y agroalimentarios.
- Incentivar la creatividad y la innovación.
- Transmitir la necesidad de aprovechar la formación científico-técnica para impulsar acciones creativas que puedan conllevar a la puesta en marcha de empresas, incluidas las empresas de base tecnológica.
- Mejorar el desarrollo de las capacidades para resolver problemas y tomar decisiones combinando el trabajo en equipo y el autoaprendizaje.
- Fomentar la actitud crítica constructiva y la relativización de los contenidos.
- Mejorar la percepción de la importancia de los contenidos de las asignaturas de temática económica, empresarial, política y legal para el empleo y el desarrollo profesional en las titulaciones científico-técnicas del ámbito agrario, agroalimentario y forestal.

### *Objetivos específicos del PID “Emprende en Verde” para los profesores*

- Fomentar el trabajo en equipo del profesorado mediante la creación de un equipo multidisciplinar para el intercambio de experiencias y la cooperación en el ámbito de la innovación docente.
- Incentivar la adopción de nuevas metodologías docentes que se centren en el trabajo en equipo y el desarrollo de la creatividad, la capacidad para resolver problemas y la toma de decisiones, el autoaprendizaje y la actitud crítica de los estudiantes.

*Margarita Rico, Rocío Losada, Almudena Gómez Ramos, Asier Sáiz, María Piedad Campelo, Rita María Robles, María Villahoz*

- Elaborar documentos que permitan difundir los resultados de la experiencia desarrollada a los grupos de interés y, simultáneamente, mejorar el currículum vitae docente e investigador de los miembros del equipo.

### **3. Metodología**

Tal y como se ha señalado previamente, con este PID se pretende acercar a los alumnos la realidad de la actividad empresarial en la que en un futuro van a desarrollar sus habilidades y conocimientos y fomentar un espíritu emprendedor y generador de ideas creativas e innovadoras en la línea de creación de su propio negocio. Para todo ello, el proyecto se ha estructurado tal y como se describe a continuación.

#### *3.1. Ámbito de aplicación*

Este PID se ha implementado durante los cursos 2016-2017 y 2017-2018. Está dirigido prioritariamente a los siguientes alumnos pertenecientes a la Escuela Técnica Superior de Ingenierías Agrarias de Palencia, si bien en alguna de las fases han intervenido alumnos de otros cursos y titulaciones, tal y como se referirá oportunamente:

- 1<sup>er</sup> curso del Grado en Ingeniería Agrícola y del Medio Rural. Asignatura Básica “Gestión de Empresas”.
- 1<sup>er</sup> curso del Grado en Ingeniería en las Industrias Agrarias y Alimentarias. Asignatura Básica “Gestión de Empresas”.
- 1<sup>er</sup> curso del Grado en Enología. Asignatura Básica “Gestión de Empresas”.
- 1<sup>er</sup> curso del Grado en Ingeniería Forestal y del Medio Natural. Asignatura Básica “Gestión de Empresas”.

En total han participado del orden de 70 alumnos en cada una de las actividades llevadas a cabo.

#### *3.2. Recursos*

En lo que a recursos humanos se refiere, en este PID han participado cuatro profesores de la ETSIIAA de Palencia pertenecientes al Área de Economía, Sociología y Política Agraria, dos profesoras de la Escuela Superior y Técnica de Ingeniería Agraria de la Universidad de León pertenecientes al mismo área de conocimiento y la persona responsable del Parque Científico de la UVa en la oficina del Campus de Palencia. Se trata de un equipo multidisciplinar (Ingenieros Agrónomos, Ingenieros de Montes, Economistas) que han trabajado en equipo desarrollando cada una de las fases que integran este PID.

Atendiendo a recursos documentales y audiovisuales, se ha facilitado a los alumnos una serie de este tipo de recursos (bibliografía, videos, presentaciones...) a través de la plataforma docente Moodle, en las diferentes fases implementadas en el proyecto.

### *3.3. Actividades desarrolladas*

Dado que se trata de un PID que lleva desarrollándose durante dos cursos lectivos, las actividades se han ido modulando, intentando aprovechar las fortalezas que se iban detectando, pero también pretendiendo superar los obstáculos o debilidades que surgieron en los primeros momentos. Así, se ha planteado llevar a cabo las diferentes actividades en fechas alejadas de las épocas de exámenes y también se ha intentado que esas actividades no coincidan con otras desarrolladas en la ETSIIAA para evitar la saturación del alumnado.

*FASE I. Percepción ex-ante de la posibilidad de emprender.* En esta primera fase se ha testado la percepción inicial que tienen los estudiantes acerca del emprendimiento y la creación de empresas. Para ello, en clase se ha realizado un debate y se ha facilitado a los alumnos un cuestionario (C1) para recopilar información acerca de (i) Perspectivas profesional de los alumnos; (ii) Perfil emprendedor; (iii) Formación en empresa; (iv) Perfil personal y profesional. Los parámetros considerados en cada uno de los bloques han sido los habituales de la literatura reciente (Ruiz *et al.*, 2012; Campelo, 2013; Campelo y Robles, 2015).

*FASE II. Taller 1 sobre creación de empresas y entrega de información.* Esta segunda fase se ha desarrollado a través de una tutoría colectiva dentro de la asignatura Gestión de Empresas, en la cual se han ampliado los conocimientos acerca del proceso de emprender. Para ello, se ha facilitado a los alumnos documentación bibliográfica y audiovisual sobre el emprendimiento. Posteriormente, se ha realizado un debate para que los alumnos muestren sus primeras impresiones.

*FASE III. Taller 2 sobre creación de empresas en los ámbitos agroforestal y agroalimentario.* En este segundo taller varios emprendedores pertenecientes a los ámbitos agrario, forestal y agroalimentario han expuesto sus experiencias como emprendedores, atendiendo a las preguntas y dudas de los estudiantes.

*FASE IV. Taller 3 sobre ideas de negocio.* En este tercer taller se ha realizado una dinámica de grupos para que los alumnos desarrollen su creatividad y su innovación a través de la propuesta de creación de una empresa. Para ello se ha contado con un especialista en técnicas de dinámicas de grupo LEAN-Startup, el cual ha impartido un taller denominado “Hagamos un plan...de negocio” en el que, tras una parte más teórica, se ha llevado a cabo la dinámica mencionada.

*FASE V. Presentación de las ideas emprendedoras de los alumnos por equipos.* En esta fase los alumnos han expuesto sus ideas de negocio por medio de la técnica del póster, describiendo el motivo de la creación de la actividad, la demanda que tratan de cubrir, los problemas que han de solucionar y la actividad empresarial que proponen desarrollar.

*FASE VI. Percepción ex-post de la posibilidad de emprender.* En esta última fase se ha realizado un cuestionario (C2) en el que el alumno ha señalado sus impresiones después del

desarrollo de las fases anteriores. En dicho cuestionario se ha recogido información acerca de: (i) Valoración personal de la utilidad formativa para el desarrollo de competencias ligadas al ámbito profesional; (ii) Valoración personal de la efectividad de la actividad y conclusiones en relación con el desempeño personal dentro de la dinámica; (iii) Perfil sociológico y profesional.

#### 3.4. Tratamiento de los datos

La información recogida en los dos tipos de cuestionarios realizados se ha codificado y analizado a través del programa estadístico IBM SPSS Statistics 20.0. Así, se han realizado tanto análisis descriptivos univariantes como bivariantes, relacionando las variables acerca de percepciones y opiniones con características personales del alumnado (titulación, sexo, edad, etc.). Se ofrecen de este modo los resultados a través de porcentajes y frecuencias para las variables discretas y promedios para las variables continuas.

### 4. Resultados

Para exponer los resultados obtenidos en este PID, se procede a diferenciar los de carácter cuantitativo, a partir de los cuestionarios entregados a los alumnos, de aquéllos de carácter cualitativo, elaborados por el profesorado integrante del proyecto en las diversas sesiones de control.

#### 4.1. Resultados cuantitativos

El primero de los cuestionarios (C1) se realizó días antes de implementarse la Fase III (Taller sobre emprendimiento impartido por emprendedores en los ámbitos agrario, agroalimentario y forestal). Dicho Taller fue abierto no solo a los alumnos de primer curso de Grado de las cuatro titulaciones con las que se ha trabajado, sino también a alumnos de otros cursos y de los Másteres Universitarios en Agronomía y en Montes (88 alumnos en total). Con esta heterogeneidad de participantes podríamos extraer conclusiones comparativas entre titulaciones y rangos de edad de los alumnos.

Así, tomando en consideración los resultados de este curso 2017-2018, cabe señalar que de los 88 alumnos encuestados, tan solo el 27,3% tiene en mente crear su propia empresa como salida profesional preferida una vez acabe sus estudios. El resto de alumnos señala como preferencia prioritaria trabajar por cuenta ajena en una empresa pequeña (14,8%), hacerlo en una gran empresa (28,4%) o ser funcionario (29,5%). Es decir, solo uno de cada cuatro estudiantes se plantea el autoempleo como salida profesional. Estos resultados corrobora los obtenidos en estudios similares ya sea para la población general (Asociación Red GEM España, 2017) o para la universitaria en particular (Arribas y Vila, 2004; Vázquez et al., 2009; Ruíz *et al.*, 2012; Campelo, 2013). No obstante, es necesario apuntar que según los resultados del curso anterior a esta misma pregunta, la intención emprendedora se ha incrementado, ya que en aquel momento la proporción de alumnos que tenían como principal interés crear su propia empresa era del 23,0%.

Atendiendo al perfil de los alumnos con mayor carácter emprendedor, puede señalarse que se trata mayoritariamente de varones, ya que de los 48 alumnos chicos encuestados el 37,5% apostaría por el autoempleo, por un 15,0% de las alumnas. Estas diferencias por razón de sexo pueden encontrarse también en Cano *et al.* (2004), Campelo (2013) y Asociación Red GEM España (2017). La variable edad no interfiere en la propensión hacia el emprendimiento, ya que se ha comprobado a través de un análisis ANOVA que no hay diferencias significativas entre las diversas salidas profesionales preferidas con respecto a la edad de los alumnos. El tener o haber tenido familiares emprendedores también parece repercutir sobre las preferencias de los alumnos (Campelo y Robles, 2015), de manera que del total de estudiantes que desean crear su propia empresa después de acabar sus estudios, el 58,8% tiene antecedentes familiares.

Por su parte, los alumnos más motivados hacia el autoempleo son los del Grado en Agrícolas (44,4% entre todos los alumnos de su misma titulación), Enología (42,9%) y Máster de Montes (28,6%); mientras que los más reacios son los alumnos del Máster en Agronomía (7,7%) y Grado en Forestales (18,8%).

Las razones que mayoritariamente aluden para no optar por el autoempleo están relacionadas, en este orden, con la escasez propia de recursos financieros, la asunción de riesgo y la falta de apoyo financiero e institucional. Por su parte, los alumnos que sí estarían dispuestos a autoemplearse señalan entre las razones preferidas, con porcentajes muy parejos, el deseo de desarrollar una idea innovadora, su aptitud emprendedora y la independencia que da un trabajo por cuenta propia.

No obstante estos resultados, es significativo observar que el 83,0% de los alumnos consultados apuntan que si bien la creación de su propia empresa no es su opción prioritaria una vez terminados los estudios, sí que se han planteado en alguna ocasión dicha posibilidad.

Quizá la motivación para que los alumnos no hayan previsto decantarse por el emprendimiento sea su falta de formación previa en materia de creación de empresas, con un 56,8% del alumnado que nunca ha recibido formación ni información al respecto (esta tasa ha mejorado sensiblemente con respecto al curso pasado, donde el 60% de los alumnos no habían recibido formación sobre emprendimiento) (Vázquez *et al.*, 2009). Esta cifra parece lógica, dado que la mayor parte de alumnos encuestados son de primer curso de Grado y excepto aquéllos que han cursado el Bachillerato de Ciencias Sociales (que en las titulaciones de ingeniería son muy pocos) es difícil que en la enseñanza secundaria hayan recibido formación acerca de la creación de empresas. Así, observando solamente a los alumnos de cursos más avanzados y de Máster, la cifra de aquéllos que no han recibido nunca formación sobre autoempleo se reduce al 36,1%. Con ello, el 94,3% de los estudiantes sí que estarían interesados en que la Universidad facilite herramientas y habilidades para desarrollar una idea de negocio o una actividad empresarial.

Tal y como se ha referido en el apartado metodológico, una vez desarrolladas todas las actividades de fomento del autoempleo, se procedió a realizar un segundo cuestionario (C2) para testar la efectividad de las actividades llevadas a cabo en pro del fomento del emprendimiento en los sectores agrícola, agroalimentario y forestal entre el alumnado. Dicho cuestionario se aplicó exclusivamente a los alumnos de primer curso de Grado, ya que es para quien va dirigido prioritariamente el PID, un total de 64 estudiantes.

De este cuestionario se desprenden resultados muy interesantes. El primero de ellos parece confirmar que estas actividades despiertan el interés emprendedor de los alumnos. Así, ante la pregunta “¿Habías pensado en la posibilidad de crear tu propia empresa antes de las actividades a las que has asistido?” la respuesta ha sido “No” en un 45,3%; mientras que seguidamente se ha preguntado “¿Te planteas emprender después de asistir a estas actividades?” siendo la respuesta negativa ahora tan solo en un 15,6% (el 23,5% afirma que sí y el 60,9% restante determina que es una posibilidad que ahora ve más factible aunque no sabe si la llevará a cabo). Es significativo también el hecho de que el 76,9% de los estudiantes que respondieron negativamente la primera pregunta, posteriormente afirman que la posibilidad de emprender la consideran más oportuna después de haber recibido la formación impartida en el PID.

A continuación, los alumnos han valorado la calidad del conjunto de actividades llevadas a cabo utilizando una escala Likert de 0 a 10. Las puntuaciones medias y la varianza de cada ítem son las que se recogen en la Tabla 1. Así, en general los estudiantes valoran los diferentes aspectos del conjunto de actividades llevadas a cabo con cierta satisfacción, con ponderaciones medias muy próximas a los 7 puntos, con la apreciación más alta en lo referido a la adecuación de los ponentes y a la utilidad de las actividades para su futuro profesional, donde incluso la valoración supera los 7 puntos.

Tabla 1. Valoración de las actividades implementadas

	Media	Varianza
<b>Valoración del material docente utilizado</b>	6,79	2,317
<b>Interés de los contenidos</b>	6,96	1,817
<b>Respuesta a las expectativas previas</b>	6,70	1,997
<b>Utilidad para tu futuro profesional</b>	7,14	2,125
<b>Valoración de los ponentes</b>	7,33	1,854
<b>Grado de satisfacción global</b>	6,79	1,371

#### *4.2. Resultados cualitativos*

A partir de las distintas sesiones de control llevadas a cabo por los profesores que conforman este PID, cabe señalar que la idea del “Aprende Haciendo” que subyace a esta metodología docente dirigida a fomentar el emprendimiento entre el alumnado, se considera muy útil para transmitir a los alumnos la idea fijada en el objetivo prioritario. De este modo, poder dialogar con personas con experiencia en emprendimiento o participar en talleres prácticos de desarrollo de ideas empresariales, con la participación de expertos en la materia, han constituido un elemento fundamental para generar esa predisposición para crear ideas innovadoras y la capacidad de emprender por parte del alumnado. Así lo han transmitido los alumnos en los debates antes y después de las actividades implementadas.

Por su parte, de las sesiones de debate mantenidas con los alumnos tras la realización de las actividades desarrolladas, cabe deducir que existe un grado de predisposición empresarial moderado por parte de los estudiantes. La existencia de antecedentes familiares, las aptitudes emprendedoras de muchos de ellos, el contar con ideas novedosas e innovadoras y las posibilidades actuales en los campos agrario, agroalimentario y forestal son los factores que a juicio de los alumnos animan a emprender un negocio propio. Sin embargo, también destacan la existencia de un gran número de obstáculos relacionados sobre todo con el plano económico y la falta de recursos financieros. Reivindican, por tanto, poder continuar disfrutando de este tipo de actividades de formación empresarial, para disponer de la información necesaria que les permita, si así lo desean, crear una empresa bien de manera autónoma o colaborativa.

### **5. Conclusiones**

La política educativa a nivel europeo destaca como uno de los principales objetivos a alcanzar, unas mayores tasas de empleabilidad por parte de los egresados. Entre las distintas acciones a realizar, se subraya el emprendimiento como una forma eficiente y apropiada de incorporación al mercado laboral. Por ello, la formación universitaria ha de desempeñar un papel primordial a la hora de facilitar al alumnado, sea de la titulación que sea, los instrumentos que le capaciten para iniciar ese camino emprendedor.

Asimismo, el emprendimiento aparece hoy en día en la agenda de empleo de todas las políticas públicas a nivel europeo, nacional, autonómico o local. En el caso de los sectores agrario, agroalimentario y forestal, esta necesidad de creación de empresas se magnifica al tratarse de actividades territorialmente próximas a las zonas rurales, afectadas por un profundo proceso de crisis demográfica y económica y por ende apremiadas de revitalización.

Es por ello que este PID ha tenido como finalidad ofrecer formación en este sentido a los alumnos de primer curso de Grado de las denominadas Ingenierías Verdes de la Escuela Técnica Superior de Ingenierías Agrarias de Palencia, para fomentar su espíritu emprendedor e inculcar la necesidad de emprender actividades innovadoras, competitivas y con cali-

*Margarita Rico, Rocío Losada, Almudena Gómez Ramos, Asier Sáiz, María Piedad Campelo, Rita María Robles, María Villahoz*

dad. Para lograr tal objetivo, se ha acercado a los estudiantes la realidad de la actividad empresarial en la que en un futuro van a desarrollar sus habilidades y conocimientos y se ha inculcado un espíritu emprendedor y generador de ideas creativas e innovadoras en la línea de creación de su propio negocio en los sectores agrario, agroalimentario y forestal.

El desarrollo del proyecto se ha considerado parcialmente exitoso, en la medida en que se ha conseguido aglutinar y complementar un amplio conjunto de actividades en pro del autoempleo en este tipo de sectores. Los alumnos han percibido este tipo de acciones como positivas para su futuro profesional y muchos de ellos han incluido entre sus prioridades de futuro la creación de su negocio propio, consideración ésta que muchos de ellos no se había planteado previamente. No obstante, aún hay gran margen de maniobra para mejorar la iniciativa, aunque sí puede considerarse relevante el hecho de haber comenzado una vía de trabajo en esta materia, no demasiado ejercida en facultades y escuelas universitarias que no son de naturaleza eminentemente economicista. Entre los retos a alcanzar puede mencionarse entonces la necesidad de seguir implementando el proyecto de emprendimiento con acciones más prácticas que ayuden a clarificar a los alumnos los aspectos que más les preocupan, como puede ser el apoyo financiero e institucional, ya que existe gran número de programas y ayudas al emprendimiento que pueden facilitar los trámites y requisitos para crear una empresa. Asimismo, resulta preocupante la diferente predisposición al emprendimiento entre mujeres y varones; será necesario también indagar en los factores que subyacen a esta brecha y plantear actividades que puedan estrechar dichas diferencias.

Para concluir, cabe señalar que la experiencia puede ser generalizable a otros alumnos de la ETSIIAA, pertenecientes a otros cursos o incluso pertenecientes a otras titulaciones de la Universidad de Valladolid y de otras universidades. Además, la expansión del PID también se proyecta que sea temporal, mediante la organización de actividades similares y complementarias en cursos venideros para seguir mejorando los diversos aspectos tanto del propio programa como de la docencia en Economía Agraria. A partir de este punto se propone también crear un mecanismo de seguimiento y de apoyo de las iniciativas emprendedoras de los egresados de la ETSIIAA de Palencia, como un indicador de la eficiencia a largo plazo del PID y de las actividades puestas en marcha.

### **Agradecimientos**

Este trabajo se ha elaborado en el marco del Proyecto de Innovación Docente “Emprende en Verde” financiado por la Universidad de Valladolid y gestionado por el Área de Formación Permanente e Innovación Docente de esa Universidad.

### **Referencias**

Alcalde, M. (Coord.) (2005). *Libro blanco título de Grado en Ingenierías Agrarias e Ingenierías Forestales*. Agencia Nacional de Evaluación de la Calidad y Acreditación (ANECA). Madrid. 421 pp.

“Emprende en Verde”. Proyecto de Innovación Docente de fomento del emprendimiento en el ámbito de las Ingenierías Agrarias

- Arribas, I.; Vila, J. (2004). La actitud emprendedora del universitario valenciano. En Roig, S. (et al.) (2004): The entrepreneur and starting up new R+D+I businesses – El emprendedor innovador y la creación de empresas I+D+i. Universidad de Valencia. 1164 pp.
- Asociación Red GEM España (2017). *Global Entrepreneurship Monitor. Informe GEM España 2016*. Editorial de la Universidad de Cantabria. Santander. 158 pp.
- Bueno, E. (2007). La Tercera Misión de la Universidad. El reto de la Transferencia del conocimiento. *Revista Madri+d*, 41.
- Campelo, M.P. (2013). Desarrollo rural y autoempleo: el potencial emprendedor de estudiantes de “Ingenierías Verdes” de la Universidad de León. *Historia y Comunicación Social*, 18, 717-731.
- Campelo, M.P. y Robles, R. (2015). Iniciando la creación de una comunidad de aprendizaje sobre empresa y emprendimiento. *Opción*, 31 (3), 320-340.
- Cano, C.J.; García Gracia, J.; Gea, A.B. (2004). Actitudes emprendedoras en los estudiantes universitarios. En Roig, S. (et al.) (2004): The entrepreneur and starting up new R+D+I businesses – El emprendedor innovador y la creación de empresas I+D+i. Universidad de Valencia. 1164 pp.
- Comisión Europea (2012). *Plan de Acción sobre Emprendimiento 2020*. Comunicación de la Comisión al Parlamento Europeo, al Consejo, al Comité Económico y Social Europeo y al Comité de las Regiones. Bruselas, COM(2012) 795 final.
- Medina, R. (2005). Misiones y funciones de la universidad en el espacio europeo de educación superior. *Revista Española de Pedagogía*, 63 (230), 17-42.
- Ministerio de Educación, Cultura y Deporte (2013). *Objetivos educativos europeos y españoles. Estrategia educación y formación 2020. Informe español 2013*. Secretaría de Estado de Educación, Formación Profesional y Universidades. Madrid. 126 pp.
- Ministerio de Trabajo e Inmigración (2010). *El Empleo y la Dimensión social en la Estrategia UE-2020*. Subdirección General de Publicaciones. Madrid. 266 pp.
- Rico, M. y Gómez-Limón, J.A. (2012). Preferencias y percepciones sociales sobre la multifuncionalidad del medio rural en Castilla y León. *Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles*, 60, 399-518.
- Ruiz, J.M.; Cabeza, D.; Briano, G.C. (2012). Universidad y emprendimiento: un caso de estudio en la Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales de la UGR. *Revista electrónica de investigación Docencia Creativa*, 1, 144-157.
- Suárez, B. (2014). La universidad española ante la empleabilidad de sus graduados: estrategias para su mejora. *Revista Española de Orientación y Psicopedagogía*, 25 (2), 90-110.
- Vázquez, J.L.; Gutiérrez, P.; Lanero, A.; García, M.P. (2009). El desarrollo del potencial empresarial de los estudiantes de las Universidades públicas de la Comunidad Autónoma de Castilla y León. *Revista de Investigación Económica y Social de Castilla y León*, 12, 19-170.



## Competencia Transversal de Trabajo en Equipo: Evaluación en las Enseñanzas Técnicas

Lorena de Arriba Rodríguez<sup>a</sup>, Vicente Rodríguez Montequín <sup>a</sup> y José Valeriano Alvarez Cabal<sup>a</sup>

<sup>a</sup>Departamento de Explotación y Prospección de Minas. Área de Proyectos de Ingeniería. {lo-rena.dearriba, montequi, valer}@api.uniovi.es

---

### *Abstract*

*Due to the rapidity of the changes in the business field, it is essential to teach future engineers in teamwork. Teams are one of the most established forms of work in the world because the problems are increasingly complex and it is not possible to address them individually. As a consequence, university higher education has introduced the transversal competence of teamwork. In this article, the degree of implementation of this competence in university technical education has been evaluated. For this purpose, six basic training subjects common to all the grades taught at the Polytechnic School of Gijón have been selected. The methodology used to evaluate their teaching guides has focused according to two approaches: the general and transversal competences and the methodologies and work plans they present. It has been concluded that all subjects take teamwork into account in the configuration of the subjects, although their application varies. 50% only considers it in the face-to-face mode and the other 50% promotes teamwork in the classroom with the follow-up and control of the teacher.*

**Keywords:** *Teamwork; transversal competence; general competence.*

---

## **Resumen**

*Debido a la rapidez de los cambios en el mundo empresarial es fundamental enseñar a los futuros ingenieros en la transversalidad y el trabajo cooperativo. Los equipos son una de las formas más establecidas de trabajo en el mundo debido a que los problemas son cada vez más complejos y no es posible abordarlos de manera individual. Como consecuencia, la educación superior universitaria ha introducido la competencia transversal de trabajo en equipo. En este artículo, se ha evaluado el grado de implantación de esta competencia en las enseñanzas técnicas universitarias. Para ello, se han seleccionado seis asignaturas de formación básica comunes a todos los grados que se imparten en la Escuela Politécnica de Gijón. La metodología empleada ha sido la de evaluar sus guías docentes en función de dos enfoques: las competencias generales y transversales y las metodologías y planes de trabajo que presentan. Se ha concluido que todas las asignaturas tienen en cuenta el trabajo en equipo en la configuración de las asignaturas, aunque su aplicación varía. El 50% solo lo considera en la modalidad no presencial y el otro 50% potencian el trabajo en equipo en el aula con el seguimiento y control del profesor.*

**Palabras clave:** Trabajo en equipo; competencia transversal; competencia general.

## **Introducción**

La revolución en el mundo empresarial actual ha fomentado una metodología de trabajo colaborativa. A partir de los años 80 aumentó de manera notoria la forma de trabajar en equipo en las empresas y en los 90 se impuso a las demás metodologías de trabajo (Hollenbeck John R. et al., 2004) (Park S. et al., 2005). Un estudio liderado por Kayes constató que en 1993 el 91 % de las empresas ya utilizaban algún tipo de trabajo en equipo en la resolución de los problemas (Kayes A. B. et al., 2005) (Guitert Catasús M. et al., 2007). Se había pasado de técnicas individualistas a marcar objetivos comunes a equipos de trabajo.

En la actualidad, debido a la complejidad empresarial, es difícil que una sola persona pueda hacer frente a los procesos o tareas que se le plantean. Además, en muchos trabajos se requiere de diferentes perfiles con diversas habilidades, conocimientos y aptitudes para resolver con éxito problemas cotidianos, especialmente en el campo de la innovación (Torrelles Nadal et al., 2011). Gracias a los grupos de trabajo, todos los roles involucrados en un paquete de trabajo pueden participar y aportar sus puntos de vista. En el caso concreto de los perfiles

técnicos, esta necesidad de trabajar en equipo se agudiza ya que siempre han tenido una estrecha relación con el mundo de la dirección y la gestión. Su razón fundamental es su forma característica de trabajar en proyectos. Cada proyecto no deja de ser una pequeña empresa en la que hay que gestionar los recursos humanos que participan.

Esta nueva necesidad laboral de que los ingenieros sepan trabajar en grupo para conseguir objetivos comunes se ha intentado introducir en el mundo universitario. Para ello se ha creado la competencia transversal del trabajo en equipo. Desde el Espacio Europeo de Educación Superior (EEES) al que pertenece la Universidad de Oviedo, se define el trabajo en equipo desde dos perspectivas: como metodología que fomenta que el estudiante lleve a cabo procesos de trabajo activo y participativo y, por otro, porque el trabajo en equipo es actualmente una de las competencias más valoradas en los entornos profesionales (Bergen, 2005).

Los planes de estudio de las ingenierías se han caracterizado por estar constituidos por asignaturas de carácter meramente técnico y específico. Como consecuencia, cuando el ingeniero desarrollaba su vida profesional necesitaba más herramientas que las adquiridas en la universidad para solucionar con éxito sus tareas diarias. A pesar de la introducción de las competencias transversales en las enseñanzas universitarias, una muestra de que todavía existen carencias son los resultados del informe CHAOS realizado por Standish Group. Se trata de uno de los estudios más famosos que evalúan el éxito o el fracaso de los proyectos en el sector de las tecnologías de la información (IT). En 2015, resultó que el 29% de los proyectos fueron culminados exitosamente, el 52% son discutidos y el 19% fueron fallidos. Destaca que dentro de las causas de fallo, el 48 % fueron debido a problemas humanos de conducta, comunicación y conflicto entre personas (Hastie, S. & Wojewoda, S, 2015).

Dada la importancia del trabajo en equipo en las enseñanzas técnicas, en este artículo se ha realizado un estudio del grado de implantación de esta competencia transversal en los grados que se imparten en la Universidad de Oviedo en la Escuela Politécnica de Ingeniería (EPI) de Gijón. Se trata de una escuela de estudios de las ramas industrial, telecomunicación e informática y forma parte de la Milla del Conocimiento del Parque Científico y Tecnológico de Gijón.

El resto del artículo se estructura en función de tres puntos clave: caso de estudio, resultados y conclusiones. Para marcar las directrices del artículo, se comienza con una definición de los objetivos que se persiguen en el trabajo. A continuación, se describe el caso de estudio en el que se ha llevado a cabo el análisis y se explican los resultados que se han obtenido. Por último, se detallan las conclusiones que se han alcanzado.

## **Objetivos**

Debido al cambio de perfil que han experimentado los ingenieros en el mundo laboral, es necesario la introducción en las guías docentes universitarias de la competencia transversal

de trabajo en equipo. Se requiere de profesionales capaces de ser miembros de grupos de trabajo para alcanzar objetivos comunes, así como, ser capaces de gestionar esos equipos y sacar su máximo rendimiento.

El objetivo general de este artículo es evaluar el grado en el que las enseñanzas técnicas que se imparten en la EPI introducen esta competencia transversal. Para ello, se han seleccionado las asignaturas básicas comunes al primer curso de todas las ingenierías y se ha analizado sus guías docentes. Para lograr el propósito principal, lo hemos dividido en dos objetivos específicos más pequeños:

- Evaluación de las competencias generales y transversales de cada una de las asignaturas.
- Evaluación de las metodologías y planes de trabajo.

### **Descripción del caso de estudio**

En este trabajo se ha realizado un estudio de las guías docentes de las enseñanzas técnicas de grado que se imparten en la Universidad de Oviedo en la EPI de Gijón en función del grado de implantación de la competencia transversal del trabajo en equipo. Las titulaciones que se han evaluado son las siguientes:

- Grado en ingeniería en tecnologías y servicios de telecomunicación.
- Grado en ingeniería en tecnologías industriales.
- Grado en ingeniería química industrial.
- Grado en ingeniería mecánica.
- Grado en ingeniería electrónica industrial y automática.
- Grado en ingeniería eléctrica.
- Grado en ingeniería informática en tecnologías de la información.

En este artículo se han seleccionado las asignaturas de formación básica que se imparten en el primer curso de todas las ingenierías de la EPI. Estas asignaturas son comunes a todos los grados de ingeniería, por su naturaleza básica, son conocimientos imprescindibles para el desarrollo del resto de los módulos y materias de los grados. Los objetivos que el alumno debe conseguir en cada una de ellas se describen en la Tabla 1.

**Tabla 1. Descripción asignaturas comunes a todos los grados impartidos en la EPI según sus guías docentes.**

ASIGNATURA	OBJETIVOS
<b>Álgebra lineal</b>	Capacidad para la resolución de los problemas matemáticos que puedan plantearse en la ingeniería y aptitud para aplicar los conocimientos sobre: álgebra lineal.
<b>Cálculo</b>	Conseguir que el alumno desarrolle su capacidad para la resolución de problemas matemáticos que puedan aparecer en el desarrollo de su formación en ingeniería y que sea capaz de transferir y aplicar los conocimientos adquiridos a otras materias o situaciones que se le puedan presentar.
<b>Empresa</b>	Dotar de los conocimientos esenciales para la dirección y la administración de una empresa, introducir al alumno en el pensamiento empresarial desde el punto de vista del ingeniero y de la dirección estratégica.
<b>Estadística</b>	Capacidad para resolver los problemas estadísticos que puedan plantearse en ingeniería.
<b>Fundamentos de informática</b>	Introducciones a los campos: componentes software y hardware, sistemas operativos, programación y bases de datos.
<b>Ondas y electromagnetismo</b>	Comprensión y dominio de los conceptos básicos de campos y ondas y electromagnetismo y su aplicación para la resolución de problemas propios de la ingeniería.

Como se puede observar en la Tabla 1, se tratan de cinco asignaturas de carácter fuertemente técnico encaminada a la resolución de problemas matemáticos y físicos. Mientras que la asignatura empresa se encuadra en el campo empresarial y está destinada a la gestión y dirección de empresas.

### **Metodología y resultados**

Para realizar el estudio de la competencia trabajo en equipo se han estudiado las guías docentes de cada una de las asignaturas seleccionadas y se ha evaluado como introducen la competencia transversal en su desarrollo. Se ha accedido a las guías docentes a través de la página web de la EPI<sup>1</sup>. El estudio se ha enfocado en función de dos puntos clave: las competencias de cada una de las asignaturas y las metodologías de enseñanza.

---

<sup>1</sup> <http://www.epigijon.uniovi.es>

La competencias generales y transversales que se desarrollan en la formación básica de las enseñanzas técnicas de la EPI son las siguientes:

- C1. Conocimiento de materias básicas y tecnologías, que le capacite para el aprendizaje de nuevos métodos y tecnologías, así como que le dote de una gran versatilidad para adaptarse a nuevas situaciones.
- C2. Capacidad de resolver problemas con iniciativa, toma de decisiones, creatividad, y de comunicar y transmitir conocimientos, habilidades y destrezas, comprendiendo la responsabilidad ética y profesional.
- C3. Capacidad de comunicar y transmitir conocimientos, habilidades y destrezas en el campo de la Ingeniería Industrial, tanto en forma oral como escrita, y a todo tipo de públicos.
- C4. Honradez, responsabilidad, compromiso ético y espíritu solidario.C5.
- C5. Capacidad de trabajar en equipo.
- C7. Conocimientos para la realización de mediciones, cálculos, valoraciones, tasaciones, peritaciones, estudios, informes, planificación de tareas y otros trabajos análogos en su ámbito específico de la telecomunicación.
- C8. Capacidad de organización y planificación en el ámbito de la empresa, y otras instituciones y organizaciones.
- C9. Capacidad para aplicar los principios y métodos de la calidad.

La Tabla 2 muestra la relación de las asignaturas con cada una de las competencias generales y transversales que hemos explicado. Se ha destacado en negrita a la competencia correspondiente al trabajo en equipo.

**Tabla 2. Competencias generales y transversales**

<b>ASIGNATURA</b>	<b>COMPETENCIAS GENERALES Y TRANSVERSALES</b>
<b>Álgebra lineal.</b>	C1, C2, C3, C4, <b>C5</b>
<b>Cálculo</b>	C1, C2, C4, <b>C5</b> , C6
<b>Empresa</b>	C1, C2, C3, C4, <b>C5</b> , C6, C7, C8
<b>Estadística</b>	C1, C2, C3, C4, <b>C5</b> , C9
<b>Fundamentos de informática</b>	C1, C2, <b>C5</b>
<b>Ondas y electromagnetismo</b>	C1, C2, C3, C4, <b>C5</b>

La Tabla 2 concluye que todas las asignaturas tienen en cuenta el trabajo en equipo para el desarrollo de las materias. No obstante, desconocemos como introducen este concepto transversal en el día a día de las clases. Por ello, hemos evaluado las metodologías y planes de trabajo que presentan en sus guías docentes y que difieren de unas asignaturas a otras.

En todos los casos, los planes de trabajo se agrupan en dos clases: trabajo presencial desarrollado en el aula y trabajo no presencial que el alumno debe desarrollar de manera autónoma. En la Tabla 3 se detallan todos los aspectos relacionados con el trabajo en equipo que consideran las asignaturas.

**Tabla 3. Relación entre las asignaturas y el trabajo en equipo**

ASIG		TRABAJO EN EQUIPO
<b>Álgebra lineal</b>	Modalidad no presencial	
<b>Cálculo</b>	Modalidad no presencial	
<b>Empresa</b>	Modalidad presencial:	Exposición de trabajos individuales o en grupo
	Modalidad no presencial	Trabajo en grupo
<b>Estadística</b>	Modalidad presencial	- El aprendizaje en grupo con el profesor. En las prácticas de aula se tratará de utilizar un modelo más participativo, así como el trabajo en equipo. En ellas esperamos que se genere una mayor comunicación entre el alumnado y entre éste y el profesorado. Una metodología similar se utilizará en las clases de prácticas de laboratorio, así como en las tutorías grupales.  - El trabajo en grupo del alumnado. En las clases de prácticas de aula, prácticas de laboratorio y tutorías grupales, además de individualmente, se intentará fomentar que los estudiantes puedan trabajar en grupo, buscando la comunicación entre ellos que permita la transmisión entre iguales, y solidariamente, de los conocimientos que adquieren individualmente. Además, aprenden a compartir las responsabilidades.
	Modalidad no presencial	Trabajo en grupo
	Modalidad presencial	En las clases expositivas el profesor alternará la exposición de los contenidos teóricos de la asignatura con la realización de ejemplos y ejercicios sobre los mismos, fomentando en lo posible la

<b>Fundamentos de informática</b>		participación del alumnado en la resolución de problemas, colaborando con sus compañeros en pequeños grupos.
	Modalidad no presencial	Trabajo en equipo
<b>Ondas y electromagnetismo</b>	Modalidad presencial	Prácticas de aula / seminarios / talleres. Actividades formativas en grupos de trabajo
	Modalidad no presencial	Trabajo en grupo. Resolución de problemas y elaboración de informes de prácticas, trabajos, etc. propuestos por el profesor

La Tabla 3 muestra como las asignaturas de álgebra lineal y cálculo solo consideran el trabajo en equipo de manera no presencial. En el caso de Empresa introduce la exposición de trabajos en clase. En estas tres materias se fomenta el trabajo en grupo mediante tareas que los alumnos realizan fuera del aula sin ningún tipo de seguimiento. Se da por hecho que el alumno sabe trabajar en equipo y no se proporciona ninguna directriz o control se debe realizar la tarea, simplemente se valorará un informe final. En las otras tres áreas se introduce la competencia transversal en clase, lo que permite al profesor la distribución de los perfiles y controlar que el trabajo se hace desde la cooperación.

## Conclusiones

El trabajo en equipo es una de las metodologías más utilizadas en el mundo laboral, por lo que es necesario enseñar a futuros ingenieros esta técnica de trabajo. Por ello, se ha introducido la competencia transversal de trabajo en equipo en la educación superior.

En este artículo se ha valorado el grado de implantación del trabajo en equipo en las enseñanzas técnicas para comprobar que su introducción no es meramente teórica, sino que se aplica dentro de las aulas. Para ello se analizaron las guías docentes de seis asignaturas básicas en la EPI de Gijón. Se concluyó que la mitad de ellas consideran el trabajo en equipo como una metodología autónoma del alumnado, sin ningún control ni seguimiento por parte del profesorado y en algunos casos, la valoración se reduce a un informe o exposición final. En el otro 50% estudiado, la competencia también se fomenta en clase mediante la resolución de problemas en grupo con la tutorización del profesor. De esta manera se puede controlar la cooperación de cada uno de los miembros y corregir las actitudes que perjudiquen la técnica.

El trabajo en equipo se debe de considerar como una competencia que el alumnado debe adquirir en el desarrollo de las asignaturas, no como un conocimiento que ya establecido. El alumno debe aprender en términos de colaboración, cooperación y liderazgo y para ello necesita que el profesor les enseñe los fundamentos de la metodología para alcanzar los

objetivos planteados con éxito. De otra manera, es fácil caer en individualismo y conflictos que el profesor no es capaz de detectar ni solucionar al solo ver un documento final.

Como hemos comprobado, se ha comenzado la transferencia de enfoque individualista a enfoque colaborativo en las universidades, pero todavía se requiere de un mayor esfuerzo de la sociedad educativa para que el alumnado incorpore los beneficios del trabajo en grupo y llegue al mundo laboral habiendo adquirido la competencia de trabajo en equipo.

## Referencias

- Bergen. (2005). The European Higher Education Area - Achieving the Goals. Communiqué of the Conference of Ministers responsible for Higher Education in Bergen on 19 May 2005.
- Guitert Catasús, M., Romeu Fontanillas, T., & Pérez Mateo, M. (2007). Competencias TIC y trabajo en equipo en entornos virtuales. *RUSC. Universities and Knowledge Society Journal*, 4(1).
- Hastie, S., & Wojewoda, S. (2015). Chaos Report. Standish Group.
- Hollenbeck John R., DeRue D. Scott, & Guzzo Rick. (2004). Bridging the gap between I/O research and HR practice: Improving team composition, team training, and team task design. *Human Resource Management*, 43(4), 353–366.
- Kayes, A. B., Kayes, D. C., & Kolb, D. A. (2005). Experiential learning in teams. *Simulation & Gaming*, 36(3), 330–354.
- Park, S., Henkin, A. B., & Egley, R. (2005). Teacher team commitment, teamwork and trust: exploring associations. *Journal of Educational Administration*, 43(5), 462–479.
- Torrelles Nadal, C., Rodríguez, C., L, J., Isus, S., Carrera, X., París Mañas, G., & Cela, J. M. (2011). Competencia de trabajo en equipo: definición y categorización.



## Introducing sustainability in a Software Engineering curriculum through Requirements Engineering

**José Antonio García-Díaz, Begoña Moros Valle, Joaquín Nicolás Ros y Ambrosio Toval Álvarez**

Departamento de Informática y Sistemas. Facultad de Informática. Universidad de Murcia. (joseantonio.garcia | bmoros | jnr | atoval@um.es)

---

### ***Abstract***

*There is a worldwide concern in relation to the environment and sustainability. Research programs at national, European and international levels, as well as new public policies, are pursuing their objectives to solve these problems. The awareness and education on this problem is a necessary and transversal activity to all disciplines. Besides, Information and Communication Technologies (ICTs) are one of the pillars of our society. The educational curriculum related to this sector should be the entry point to learn about sustainable development. Our proposal is the introduction of sustainability in an undergraduate computer science curriculum, specifically in the field of Software Engineering. In this work, the proposal is articulated around a critical discipline within Software Engineering: Requirements Engineering. Therefore, sustainability will acquire a leading role in the development process and will be part of the requirements of the system. This action will also transfer awareness of sustainability to customers and end-users of these products. Our proposal is compatible with the so-called Karlskrona Manifesto on sustainable development, which defines the key aspects related to sustainability and ICT.*

**Keywords:** *Sustainable Development, Requirement Engineering, Sustainability Awareness, Teaching Sustainability.*

---

### ***Resumen***

*Existe una preocupación a nivel mundial en relación al medioambiente y a la sostenibilidad. Los programas de investigación nacionales, europeos e inter-*

*nacionales, así como las nuevas políticas gubernamentales, están encaminando sus objetivos en pos de solventar estos problemas. La concienciación y educación sobre esta problemática es una actividad necesaria y transversal a todas las disciplinas. Las Tecnologías de la Información y de las Comunicaciones (TIC) constituyen uno de los pilares de nuestra sociedad, por lo que los currículos educativos relacionados con este sector deben de ser la piedra angular sobre la que cimentar la educación acerca del desarrollo sostenible. Nuestra propuesta es la inclusión de la sostenibilidad en un currículo de enseñanza universitaria de Informática, dirigida especialmente al ámbito de la Ingeniería de Software. La propuesta se articula en torno a una subdisciplina crítica dentro de la Ingeniería de Software, la Ingeniería de Requisitos. Así, la sostenibilidad adquiere protagonismo de primer orden para los alumnos, mostrándoles cómo puede formar parte de los requisitos a tener en cuenta en la construcción de sistemas, trasladando además esta concienciación sobre sostenibilidad a los clientes y usuarios de estos productos. Nuestra propuesta es compatible con el Manifiesto de Karlskrona sobre desarrollo sostenible, que define los aspectos clave relacionados con la sostenibilidad y las TIC.*

**Palabras clave:** *desarrollo sostenible, ingeniería de requisitos, concienciación en sostenibilidad, enseñanza de la sostenibilidad.*

## **Introduction**

Sustainability can be defined as “the capacity to endure and preserve the function of a system over an extended period of time” (Lago, 2015). Sustainability is nowadays a paramount concern for society (Becker, 2015) although it is not present in the majority of Software Engineering (SE) higher education curricula (Torre, 2017).

Information and Communications Technologies (ICT) contribute about 2% of global CO2 emissions, and they are responsible for approximately 8% of the EU’s electricity use (Calero, 2015). Electricity consumption of the ICT sector could increase by almost 60% between 2007 and 2020. As the ICT industry becomes aware of sustainability, the SE research community has begun paying attention to sustainability (Lago, 2015).

Environmental sustainability is currently not supported explicitly in requirements engineering (RE) (Penzenstadler, 2012). This leads to the issue that (i) environmental sustainability is not given sufficiently important in ICT yet; and (ii) environmental sustainability is difficult to be specified in requirements and design and consequently hard to evaluate.

This paper presents an educational initiative to create a complete, holistic view of system and software requirements to be used for effectively teaching key issues, goals, values and principles of sustainability for software intensive systems. This proposal is thought to be put into practice in an undergraduate SE course at the Faculty of Computer Science at the University of Murcia.

The structure of the remainder of the paper is as follows: In Section “Academic context” we identify previous studies about sustainability and university computer science curricula. In Section “Sustainable Software Engineering and Green IT” we describe the state of the art related to Green IT. In Section “A method for introducing sustainability in a Software Engineering curriculum” we propose how the methodologies and the software artifacts will be combined in order to introduce sustainability in a Software Development Project Management (SDPM) course. In Section “Description of the sustainability catalogs” we show the sustainability catalogs. Finally, the results will be discussed at the end of this paper in the Section “Conclusions and future work”.

### **Academic context**

Regarding Computer Science education, sustainability was first proposed in the ACM/IEEE Computer Science Curriculum in 2008 (Cassel, 2008), and then it was included as a knowledge unit in the Social Issues and Professional Practice knowledge area in the latest Computer Science Curriculum (ACM/IEEE, 2013), where it is considered transversally in both Software Evolution and Human-Computer Interface. On the other hand, the Curriculum Guidelines for Undergraduate Degree Programs in SE (ACM/IEEE, 2015) does not include any mention to sustainability, while SWEBOK v3 (IEEE, 2014) only mention sustainability once, in relation to SE economics.

A relevant objective is to enable requirements engineers to manage sustainability as a goal or first-class quality (Penzenstadler, 2012) but none of the quality models such as ISO 25000 considers sustainability or the ecological aspects of software products (Calero, 2014). While sustainability is a standardized practice in many engineering disciplines there is currently no such awareness within the SE community (Penzenstadler, 2012). Misperceptions among practitioners and research communities persist, rooted in a lack of coherent understanding of sustainability, and how it relates to software systems research and practice (Becker, 2015).

(Torre, 2017) conduct a survey that shows that sustainability is underrepresented in higher education curricula. (Lago, 2017) claim that from the perspective of former initiatives such as the Millennium Development Goals (MDGs) and the Sustainable Development Goals (SDGs) to the business perspective of the UN Global Compact study to the Smarter 2020 and 2030 future scenarios, all the solutions involve large amounts of software systems and services. Thus ICT can work as an enabler—if software engineers know how to design for sustainability. Therefore SE comes into play as a critical facilitator.

## **Sustainable Software Engineering and Green IT**

Sustainable Software is software whose direct and indirect negative impacts on economy, society, human beings, and environment that result from development, deployment, and usage of the software are minimal and/or which have a positive effect on sustainable development (Dick, 2010). A sustainable system should (i) be technically sound and adaptable; (ii) positively contribute to its natural environment, or, at least, actively minimize its negative impact (environmental sustainability); (iii) positively contribute to the personal well-being and sense of worth of its users; (iv) positively contribute to cohesion and trust in the community of its users; and (v) support continued economic prosperity of its situated business (Chitchyan, 2015).

Green IT refers to the study and practice of the design, development and deployment of hardware, software and communication systems with a positive impact on the environment (Calero, 2015). When the goal pursued is to reduce the energy consumption and the resources used by IT development, we are talking about Green in IT. When the focus is on using the IT to achieve more environmentally-friendly systems in other domains, then it is called Green by IT.

The Karlskrona Manifesto for sustainability design (Becker, 2015) states the key aspects related to sustainability and remarks the importance of SE in current society. The key-aspects of the manifesto can be summarized as follows: i) sustainability is not an isolated property, ii) sustainability is multidimensional, iii) sustainability is multidisciplinary, iv) sustainability is timescaled and v) sustainability transcends the purpose of the system.

The dimensions defined in the Manifesto are described in Table 1.

### **A method for introducing sustainability in a Software Engineering curriculum**

We propose to introduce sustainability concepts in the compulsory subject of third course “Software Development Project Management (SDPM)” in the Degree in Computer Science at University of Murcia. This subject is rated in 6 ECTS credits (European Credit Transfer System) which is estimated to be about 150 hours of student work. It consists of 15 weeks of lectures in the 6th semester with around 120 students enrolled. The sustainability issues will be included within the lesson IV of the block III of this course which is about Requirements Engineering (RE) methods.

Among the specific competences that students must acquire during their studies of this degree (BOE No. 187, of August 4, 2009), we have identified two specific competences related to sustainability: i) CEIII1. Ability to analyze and assess the social and environmental impact of technical solutions, understanding the ethical and professional responsibility of the activity of the Technical Engineer in Computing”, which correspond to Specific Degree Competences and ii) CR1 Ability to design, develop, select and evaluate applications and computer

systems, ensuring its reliability, safety and quality, in accordance with ethical principles and current legislation and regulations, related to specific competences of the common module to the computer science branch. None of the learning results of the course are directly related to these competences. Thus, adding sustainable development theoretical concepts and practises to the SDPM course will help to achieve these competences. A full list of the competences can be found at the web page of the Degree of Computer Engineering of the University of Murcia

**Table 1. Sustainability dimensions of the Karlskrona Manifesto**

<b>Dimension</b>	<b>Description</b>
<b>Individual</b>	Concerned with the long term effects of human activities on natural systems. This dimension includes ecosystems, raw resources, climate change, food production, water, pollution, waste, etc.
<b>Social</b>	Concerned with societal communities (groups of people, organizations) and the factors that erode trust in society. This dimension includes social equity, justice, employment, democracy, etc.
<b>Economic</b>	Focused on assets, capital and added value. This includes wealth creation, prosperity, profitability, capital investment, income, etc.
<b>Technical</b>	Refers to longevity of information, systems, and infrastructure and their adequate evolution with changing surrounding conditions. It includes maintenance, innovation, obsolescence, data integrity, etc
<b>Environmental</b>	Refers to the well-being of humans as individuals. This includes mental and physical well-being, education, self-respect, skills, mobility, etc.

The proposal for the inclusion of Sustainability from the RE stage consists in using the SIREN methodology (Toval, 2002; Toval, 2002; Toval, 2008). SIREN promotes the definition and use of reusable requirements catalogs and it is also introduced in SDPM in block III, lesson IV. The SIREN methodology promotes the creation and use of reusable requirements catalogs. These catalogs are collections of requirements related to specific domains such as security, usability, etc. The requirements of these catalogs can be easily adapted and reused to specific use cases using boilerplates.

In this vein, regarding sustainability, two reusable requirements catalogs are proposed: i) CAT-S1 which compiles good practices for Sustainable Software Development, including programming good-habits and practices for a sustainable life-cycle development process and ii) CAT-S2 which collects sustainable software requirements that software products should

adopt in order to be sustainable. These catalogs are based on the generic model for sustainability proposed by (Penzenstadler, 2013) and the Karlskrona Manifesto.

The two reusable requirements sustainability catalogs would be described within the 4 hours of classroom teaching scheduled for the block III, lesson IV. Within this time we will introduce Green IT to the students. The description of the CAT-S1 catalog will help to give an overall description about the Green in IT approach and how engineers can incorporate sustainability to their software development process. The description of the CAT-S2 catalog will help to introduce sustainability requirements within the software requirements specification documents. Both catalogs will be available to download via the Aula Virtual of the University of Murcia, an online educational platform based on the open source platform Sakai. We will request the students to perform a practical task to introduce sustainable requirements in a case study by reusing the requirements from the CAT-S2 catalog. With this practical work we hope the overall quality of the systems developed by future IT programmers will increase their quality, durability and contribute to the environment. As RE is studied in the majority of SE curricula, this proposal could be easily adapted to them.

This proposal fits in a Green by IT approach since it is focused on achieving sustainability through the creation of more environment friendly software applications. There are other ways to introduce sustainability in a SE curriculum such as introducing sustainability concepts in software development methods which correspond to the Green in IT perspective. This is explored in other related paper (Sanchez, 2017).

### **Description of the sustainability catalogs**

The sustainability catalogs have been developed on the basis of the generic model for sustainability proposed by (Penzenstadler, 2013). These authors define a meta-model that takes sustainability as a cross-cutting goal, including the concept of goal that can be linked to dimensions, values, indicators, regulation and activities.

The sustainability catalogs are structured according to the five dimensions of sustainability defined in the Karlskrona Manifesto. For this proposal, the requirements to be taught are mostly included in CAT-S2. In Table 2 we show a brief list of some of the activities identified from the CAT-S2 catalog classified by dimension. These activities could help the software engineers to define the non-functional requirements related to sustainability during the requirements elicitation stage.

**Table 2. Examples of activities which promotes sustainability in Green by IT perspective**

<b>Individual Sustainability</b>
Allow users to provide feedback of the system to communicate failures and suggestions.
Allow customization of the Graphic User Interface (GUI)
Promote Internationalization requirements which support cultural issues.
Collect statistics to understand your audience behavior
<b>Social Sustainability</b>
Preserve and manage the knowledge of the company
Design backup-policies related to the risk mitigation policies of the company
Focus the GUI in the social acceptance of the technology.
<b>Technical Sustainability</b>
Propose open source solutions for third party solutions and libraries
Design for cross-platforms
Use development and automation tools
<b>Economic Sustainability</b>
Specify a sustainable business model
Leverage Internet presence
Leverage automation of tasks and teleworking
<b>Environmental Sustainability</b>
Reduce paper waste
Minimize energy consumption in the GUIs (reduce animations, etc)
Create command line interfaces to automatize tasks
<b>Individual Sustainability</b>
Allow users to provide feedback of the system to communicate failures and suggestions.
Allow customization of the Graphic User Interface (GUI)

## **Conclusions and future work**

With this proposal we will educate our computer science students in the sustainable development. With the application of Green IT techniques they would create better environmentally-friendly systems because they will acquire competences related to sustainability.

The results of including sustainable development concepts in the early stages of the system only will be tangible in long-term. To validate our proposal we are planning to conduct a survey to measure the importance that students give to sustainable development. In the University of Murcia, the SDPM course in the Degree of Computer Science is taught in the same semester that in the program of Simultaneous Studies of Degree in Computer Engineering and Degree in Mathematics in the fourth course. So, if we conduct the same survey to students who learned concepts about sustainable development (Degree in Computer Engineering, third course) and students who did not (Degree in Computer Engineering and Degree in Mathematics in the fourth course), we can measure the effectivity of this proposal.

## **Acknowledgments**

This work is part of the GINSENG-UMU (TIN2015-70259- C2-2- R) project, supported by the Spanish Ministry of Economy, Industry and Competitiveness and European FEDER funds.

## **References**

- ACM/IEEE (2013). *Computer Science Curricula 2013. Curriculum Guidelines for Undergraduate Degree Programs in Computer Science*. ACM and the IEEE Computer Society. [https://www.acm.org/binaries/content/assets/education/cs2013\\_web\\_final.pdf](https://www.acm.org/binaries/content/assets/education/cs2013_web_final.pdf)
- ACM/IEEE (2015). *Software Engineering 2014 Curriculum Guidelines for Undergraduate Degree Programs in Software Engineering. A Volume of the Computing Curricula Series*. ACM and the IEEE Computer Society. <https://www.acm.org/binaries/content/assets/education/se2014.pdf>
- Becker, C., Chitchyan, R., Duboc, L., Easterbrook, S., Penzenstadler, B., Seyff, N., Venters, C. C. (2015). *Sustainability Design and Software: The Karlskrona Manifesto*. 2015 IEEE/ACM 37th IEEE International Conference on Software Engineering.
- Calero, C., Moraga, M., Bertoa, M. F., others (2014). Quality in Use and Software Greenability. *RE4SuSy@ RE*: 28-36.
- Calero, C., Piattini, M. (2015). *Green in Software Engineering*, Springer Publishing Company, Incorporated.
- Cassel, L., Clements, A., Davies, G., Guzdial, M., McCauley, R., McGettrick, A., Sloan, B., Snyder, L., Tymann, P., Weide, B. W. (2008). *Computer Science Curriculum 2008: An Interim Revision of CS 2001*.
- Chitchyan, R., Betz, S., Duboc, L., Penzenstadler, B., others (2015). Evidencing sustainability design through examples. *Fourth International Workshop on Requirements Engineering for Sustainable Systems (RE4SuSy)*.
- Dick, M., Naumann, S., Kuhn, N. (2010). What Kind of Information Society? Governance, Virtuality, Surveillance, Sustainability, Resilience. *9th IFIP TC 9 International Conference, HCC9 2010 and 1st IFIP TC 11 International Conference, CIP 2010, Held as Part of WCC 2010*.

- IEEE (2014). *Guide to the Software Engineering Body of Knowledge (SWEBOK), Version 3.0*. IEEE Computer Society. <https://www.computer.org/web/swebok/v3>
- Lago, P., Koçak, S. A., Crnkovic, I., Penzenstadler, B. (2015). Framing Sustainability As a Property of Software Quality. *Commun. ACM* 58(10): 70-78.
- Lago, P., Penzenstadler, B. (2017). Editorial: Reality check for software engineering for sustainability—pragmatism required. *J Softw Evol Proc* 29(2).
- Penzenstadler, B., Femmer, H. (2013). *A Generic Model for Sustainability with Process- and Product-specific Instances*. Proceedings of the 2013 Workshop on Green in/by Software Engineering, ACM.
- Penzenstadler, B., Tomlinson, B., others (2012). Re4es: Support environmental sustainability by requirements engineering. *on Requirements ...*
- Sanchez, M. C., Ros, J. N., Aleman, J. L. F., Alvarez, A. T. (2017). *Contenidos para la competencia de sostenibilidad en un currículo de Ingeniería del Software*. III Int. Conf. on Educational Innovation (III CHID).
- Torre, D., Procaccianti, G., Fucci, D., Lutovac, S., Scanniello, G. (2017). *On the Presence of Green and Sustainable Software Engineering in Higher Education Curricula*. Proceedings of the 1st International Workshop on Software Engineering Curricula for Millennials, IEEE Press.
- Toval, A., Moros, B., Nicolás, J., Lasheras, J. (2008). Eight key issues for an effective reuse-based requirements process. *Computer Systems Science and Engineering* 23(6): 373.
- Toval, A., Nicolás, J., Moros, B., García, F. (2002). Requirements reuse for improving information systems security: a practitioner's approach. *Requirements Engineering*.
- Toval, A., Olmos, A., Piattini, M. (2002). *Legal requirements reuse: a critical success factor for requirements quality and personal data protection*. Proceedings IEEE Joint International Conference on Requirements Engineering.



## Percepción de las competencias transversales de los alumnos con docencia en el área de producción vegetal

Pedro Palencia<sup>a</sup>, Fátima Martínez<sup>b</sup> y José Alberto Oliveira<sup>a</sup>

<sup>a</sup>Grupo de investigación Producción Agrícola Sostenible (PROAGRIS). Universidad de Oviedo. C/ Gonzalo Gutiérrez Quirós, 33600 Mieres (Asturias), <sup>b</sup>Dpto. CC. Agroforestales. Escuela Técnica Superior de Ingeniería. Universidad de Huelva. 21819 - La Rábida (Huelva)

---

### **Abstract**

*This investigation tried to analyze and interpret, the perception that the students have of the transversal competences acquired along their studies in the plant production area of Oviedo University. A questionnaire was prepared with two parts. In the first part general information was asked on the training of the student surveyed. In the second part, questions were asked about the transversal competences that the students perceive that they have reached, through the items formulated from the 1 to 19. The data analyzed by the Kruskal-Wallis test compared the distribution among three groups of students according to the number of pending subjects to finish the degree studies showed that there were no significant differences between any of the groups for the questions asked. The profile of transversal competences of the students with formation in plant production at the University of Oviedo was characterized by a tendency towards a style more directed to systemic competences, as they advance in their training.*

**Keywords:** questionnaire, learning, Kruskal-Wallis, students.

---

### **Resumen**

*Esta investigación pretendió analizar e interpretar, la percepción que los alumnos tienen de las competencias transversales adquiridas a lo largo de sus estudios en los que desarrollan su docencia el área de producción vegetal de la Universidad de Oviedo. Para ello se elaboró un cuestionario con dos partes. En la primera de ellas se solicitó información general sobre la formación de la persona encuestada, en la segunda parte se realizaron preguntas sobre las competencias transversales que el alumno percibe que ha alcanzado, a través de los ítems formulados desde el 1 al 19. Los datos se analizaron mediante la*

*Percepción de las competencias transversales de los alumnos con docencia en el área de producción vegetal*

*prueba de Kruskal-Wallis comparando la distribución entre los tres grupos de alumnos en función del número de asignaturas pendientes para terminar los estudios de grado mostrando que no existieron diferencias significativas entre ninguno de los grupos para las preguntas realizadas. El perfil de competencias transversales de los alumnos con formación en producción vegetal de la Universidad de Oviedo se caracterizó por una tendencia hacia un estilo más dirigido hacia las competencias sistémicas, a medida que avanzan en su formación.*

**Palabras clave:** *Cuestionario, formación, Kruskal-Wallis, estudiantes.*

## **Introducción**

El término competencia presenta distintas acepciones (Aubert & Gilbert, 2003; González & Wagenaar, 2003; Cano, 2005; Perrenoud, 2007) aunque de forma muy resumida destaca que es educable, además de estar vinculada a un contexto, a una situación, facilitando la resolución eficaz de futuras situaciones laborales, también se integra el saber en el contexto, el saber ser y el saber hacer; tiene relación con la acción, se desarrolla y se actualiza en la acción (Imbernón, et al., 2011). La actual formación universitaria implica, entre otros aspectos, que los alumnos adquieran conocimientos mediante su asistencia participativa en clases, realización de trabajos de forma autónoma, asistencia a clases magistrales, participación en el desarrollo de prácticas de aula y/o laboratorio, entre otras actividades. Los procesos de enseñanza-aprendizaje han ido evolucionando, especialmente, desde principios de este siglo por la construcción del Espacio Europeo de Educación Superior (EEES), no se debe olvidar que esto ha implicado los sistemas europeos de transferencia de créditos (ECTS) y el proceso de aprendizaje en el EEES tiene, entre otros objetivos, la adquisición de conocimientos y desarrollo de una serie de competencias en función de los perfiles académicos y sus correspondientes perfiles profesionales. Por tanto, las competencias se han convertido en un elemento fundamental de la construcción del sistema (Jiménez, et al., 2013). Las competencias se pueden dividir en competencias genéricas, que en principio son independientes del área de estudio y competencias específicas para cada área de estudio (Juárez & González, 2018). Las competencias transversales o genéricas no necesariamente están relacionadas con los conocimientos técnicos, aunque el profesor transmite al alumno unos conocimientos relacionados con las competencias genéricas. En concreto, López (2017) define las competencias genéricas como las que son comunes en la mayoría de las profesiones y, que se relacionan con la puesta en práctica integrada de aptitudes, rasgos de personalidad, conocimientos y valores adquiridos. Por tanto, las competencias genéricas se identifican como competencias claves.

El propósito principal de esta investigación ha sido analizar e interpretar, la percepción que los alumnos tienen de las competencias transversales adquiridas a lo largo de sus estudios en

los que desarrollan su docencia el área de producción vegetal de la Universidad de Oviedo. De forma más concreta, la investigación se centró en los siguientes objetivos específicos:

- Realizar un cuestionario con las competencias transversales que los docentes transmiten a los alumnos y, que estos conocen que adquieren.
- Analizar las respuestas obtenidas mediante los cuestionares comparando los distintos grupos de alumnos.
- Identificar las necesidades de actualización de los docentes del área de producción vegetal respecto a la percepción que tienen los alumnos de las competencias transversales adquiridas.

### **Metodología**

La investigación se realizó en las últimas semanas del primer semestre del Curso 2017/2018. Para ello, se confeccionó previamente un cuestionario. El instrumento de medida utilizado ha sido, por tanto, el cuestionario. Para la elaboración de los ítems del cuestionario se ha utilizado una escala tipo Likert que consiste en “un conjunto de ítems presentados en forma de afirmaciones o juicios ante los cuales se pide la reacción de los sujetos” (Hernández, et al., 2006). Se han establecido un total de 19 ítems, usando el nivel de medición ordinal, siendo 1 nada conforme y 5 muy conforme. El diseño del cuestionario se estructuró en dos partes. En la primera de ellas se solicita información general sobre la formación de la persona encuestada, en la segunda parte se realizan preguntas sobre las competencias transversales que el alumno percibe que ha alcanzado, a través de los ítems formulados desde el 1 al 19. Para la elaboración de los ítems del cuestionario presentado a los alumnos se ha tomado como punto de partida la lista de competencias transversales propuestas en el proyecto Tuning. Los ítems del cuestionario empleado se muestran en la Tabla 1.

La muestra está formada por alumnos que recibieron docencia en el primer semestre del tercer y cuarto curso del grado en Ingeniería Forestal y del Medio Natural de la Universidad de Oviedo. La elección del área de formación pretende recoger la homogeneidad de la población objeto de estudio. El último día de docencia de las distintas asignaturas impartidas por el área de producción vegetal de la Universidad de Oviedo, los alumnos respondieron de forma voluntaria a la encuesta que corresponde al cuestionario elaborado en los primeros estadios de la investigación. En el estudio se hace necesario distinguir el curso que están realizando los alumnos y, especialmente, el número de asignaturas que tienen pendiente para concluir su formación universitaria.

*Percepción de las competencias transversales de los alumnos con docencia en el área de producción vegetal*

**Tabla 1. Preguntas del cuestionario entregado a los alumnos para que participaran en la investigación.**

<b>Ítem</b>	<b>Pregunta</b>
<b>P1</b>	Soy capaz de conocer, comprender y utilizar la capacidad de organización y planificación
<b>P2</b>	Soy capaz de conocer, comprender y utilizar la capacidad de análisis y síntesis
<b>P3</b>	Soy capaz de resolver problemas
<b>P4</b>	Soy capaz de trabajar en equipo de carácter interdisciplinar
<b>P5</b>	Soy capaz de gestionar la información
<b>P6</b>	Tengo habilidad en las relaciones interpersonales
<b>P7</b>	Soy capaz de adaptarme a nuevas situaciones
<b>P8</b>	Tengo motivación por la calidad
<b>P9</b>	Tengo compromiso ético
<b>P10</b>	Soy capaz de tomar decisiones
<b>P11</b>	Soy capaz de reconocer la diversidad y multiculturalidad
<b>P12</b>	Soy creativo
<b>P13</b>	Soy capaz de conocer, comprender y utilizar los principios de Ingeniería del medio ambiente y del paisaje: Legislación y gestión medioambiental; Principios de desarrollo sostenible.
<b>P14</b>	Tengo comunicación oral y escrita en la lengua nativa
<b>P15</b>	Tengo iniciativa y espíritu emprendedor
<b>P16</b>	Tengo conocimientos de informática relativos al ámbito de estudio
<b>P17</b>	Tengo conocimiento de otras culturas y costumbres
<b>P18</b>	Tengo capacidad de liderazgo
<b>P19</b>	Tengo aprendizaje autónomo

El proceso de validación del cuestionario ha tenido varias fases. La primera es la presentación de los cuestionarios a expertos, tres profesores de la Universidad de Oviedo y de la Universidad de Huelva con alto conocimiento en metodología cuantitativa. Después, la redacción definitiva de los cuestionarios para la revisión, incluyendo las modificaciones de los expertos.

Posteriormente, se procedió a la elaboración definitiva del cuestionario y a su administración. Se tomaron los datos en la Escuela Politécnica de Mieres, donde se les imparte clases a los alumnos de la titulación de grado de Ingeniería Forestal y del Medio Natural.

Una vez ordenada correctamente la información en Microsoft Excel, se exportaron al programa SPSS v24.0 (IBM Corp. Released, 2013) para su análisis y la obtención de los resultados. El tratamiento de los datos para el factor número de asignaturas pendientes para terminar los estudios, al tener tres niveles, se realizó mediante el ANOVA de una vía de Kruskal-Wallis, que es una extensión de la prueba de U de Mann y Whitney. La prueba de Kruskal-Wallis es un método no paramétrico y, en este caso, sirve para evaluar si un grupo de datos proviene de una misma población, en nuestro caso las poblaciones corresponderían al número de asignaturas pendientes para concluir los estudios de grado. Los niveles para el factor asignatura fueron: 1 (menos de 10 asignaturas para terminar los estudios), 2 (entre 10 y 20 asignaturas para terminar los estudios) y 3 (más de 20 asignaturas para terminar los estudios). El grupo 1 estaba formado por 4 alumnos, le sigue el grupo 2, ya que agrupaba un total de 9 alumnos y, por último, encontramos el grupo 3 siendo este el que presenta un mayor número de alumnos, en concreto, 13.

## **Resultados**

La Tabla 2 muestra los valores medios, Chi-cuadrado y su significación para cada una de las preguntas. La prueba de Kruskal-Wallis compara la distribución entre los tres grupos que tenemos sobre el número de asignaturas pendientes que tienen los alumnos para terminar los estudios de grado, en cada una de las preguntas realizadas.

En la Tabla 2 se puede observar que no existen diferencias significativas entre ninguno de los grupos para las preguntas realizadas.

Los valores presentados muestran la percepción media que tienen los alumnos en relación a las competencias transversales de las preguntas. Las preguntas que obtienen mayores valores medios son la P9 (tengo compromiso ético) y P10 (soy capaz de tomar decisiones), con 4,12. También, dentro de las preguntas que obtienen valores de 4 obtenemos las preguntas P8 (tengo motivación por la calidad) y P11 (soy capaz de conocer la diversidad y multiculturalidad). En el caso contrario podríamos observar las preguntas que obtienen los valores más bajos, siendo esta la pregunta P16 (tengo capacidad de liderazgo) con un dato de 3,15 como valor medio.

La pregunta P14 (tengo comunicación oral y escrita en la lengua nativa) es el que presenta la mayor disparidad de puntuaciones en el cuestionario, al ser la desviación estándar más alta, con un valor de 1,129. Sin embargo, la pregunta que obtiene la desviación estándar más baja es la P4 (soy capaz de trabajar en equipo de trabajo interdisciplinar) con un valor medio de 0,71, lo que muestra un alto nivel de acuerdo en su valoración, esta pregunta se encuentra

*Percepción de las competencias transversales de los alumnos con docencia en el área de producción vegetal*

dentro de las competencias personales, junto con el compromiso ético o la habilidad para el manejo de las relaciones interpersonales; por tanto, son características que no están en un programa educativo y se aprenden por ética profesional. No obstante, la pregunta P4 también se podría englobar dentro de las competencias sociales, como la capacidad de relacionarse o el trabajo en equipo, al que se refiere la pregunta (Alles, 2010).

**Tabla 2. Medias y test no paramétrico de Kruskal-Wallis (significación de la Chi-cuadrado) correspondiente a cada una de las preguntas del cuestionario.**

Ítem	Media	Chi-cuadrado	Sig. asintótica
P1	3,65	1,967	0,374
P2	3,69	3,590	0,166
P3	3,96	0,754	0,686
P4	3,77	0,149	0,928
P5	3,77	0,477	0,788
P6	3,58	1,928	0,381
P7	3,85	5,259	0,072
P8	4,00	1,167	0,558
P9	4,12	3,529	0,171
P10	4,12	1,667	0,434
P11	4,00	2,163	0,339
P12	3,27	0,491	0,782
P13	3,31	1,754	0,416
P14	3,92	1,118	0,572
P15	3,50	1,990	0,370
P16	3,15	1,140	0,566
P17	3,56	1,752	0,416
P18	3,62	3,419	0,181
P19	3,77	0,392	0,822

En la Tabla 3 se puede observar que los alumnos que tienen menos de 10 asignaturas (grupo 1) para terminar los estudios han respondido que están más conforme que el resto de los alumnos a 8 preguntas del cuestionario; exactamente coinciden con las preguntas P3 (soy capaz de resolver problemas), P5 (soy capaz de gestionar la información), P6 (tengo habilidad en las relaciones interpersonales), P11 (soy capaz de reconocer la diversidad y multiculturalidad), P12 (soy creativo), P14 (tengo comunicación oral y escrita en la lengua nativa), P15 (tengo iniciativa y espíritu emprendedor) y P18 (tengo capacidad de liderazgo). Por otro lado, los alumnos que tienen más de 10 y menos de 20 asignaturas (grupo 2) para terminar sus estudios de grado están más de acuerdo que los grupos 1 y 3 con dos preguntas del cuestionario que corresponden a las preguntas P8 (tengo motivación de calidad) y P16 (tengo conocimientos de informática relativos al ámbito estudiado). Por último, los alumnos que tienen más de 20 asignaturas (grupo 3) para terminar los estudios son los que están más conforme con 7 de las preguntas realizadas, exactamente, las preguntas P1 (soy capaz de conocer, comprender y utilizar la capacidad de organización y planificación), P2 (soy capaz de conocer, comprender y utilizar la capacidad de análisis y síntesis), P4 (soy capaz de trabajar en equipo de carácter interdisciplinar), P9 (tengo compromiso ético), P10 (soy capaz de tomar decisiones), P13 (soy capaz de conocer, comprender y utilizar los principios de Ingeniería del medio ambiente y del paisaje: legislación y gestión medioambiental; principios de desarrollo sostenible), P17 (tengo conocimiento de otras culturas y costumbres) y P19 (tengo aprendizaje autónomo).

**Tabla 3. Rangos promedios para cada uno de los grupos estudiados (1: menos de 10 asignaturas para terminar los estudios, 2: entre 10 y 20 asignaturas para terminar los estudios y 3: más de 20 asignaturas para terminar los estudios de grado).**

Ítem	Grupo	Rango promedio	Ítem	Grupo	Rango promedio
<b>P1</b>	1	12,00	<b>P11</b>	1	15,63
	2	11,33		2	10,67
	3	15,46		3	14,81
<b>P2</b>	1	14,25	<b>P12</b>	1	15,25
	2	10,00		2	12,28
	3	15,69		3	13,81
<b>P3</b>	1	15,63	<b>P13</b>	1	12,25
	2	12,17		2	11,44

*Percepción de las competencias transversales de los alumnos con docencia en el área de producción vegetal*

	3	13,77		3	15,31
<b>P4</b>	1	13,25	<b>P14</b>	1	15,38
	2	12,89		2	11,50
	3	14,00		3	14,31
<b>P5</b>	1	15,50	<b>P15</b>	1	17,50
	2	12,61		2	11,44
	3	13,50		3	13,69
<b>P6</b>	1	18,13	<b>P16</b>	1	14,50
	2	13,00		2	15,22
	3	12,42		3	12,00
<b>P7</b>	1	19,00	<b>P17</b>	1	12,63
	2	9,61		2	10,72
	3	14,50		3	14,83
<b>P8</b>	1	10,00	<b>P18</b>	1	16,38
	2	14,22		2	9,94
	3	14,08		3	15,08
<b>P9</b>	1	7,50	<b>P19</b>	1	11,50
	2	13,83		2	13,56
	3	15,12		3	14,08
<b>P10</b>	1	10,25			
	2	12,56			
	3	15,15			

Con relación a P1 (soy capaz de conocer, comprender y utilizar la capacidad de organización y planificación) los alumnos que tienen más de 20 asignaturas (grupo 3) para terminar los estudios son los que están más conforme con P1 y los alumnos con entre 10 y 20 asignaturas para terminar los estudios (grupo 2) son los que menos de acuerdo están con esta pregunta. Por otro lado, los alumnos que tienen más de 20

asignaturas (grupo 3) para terminar los estudios son los que están más conforme con P2 (soy capaz de conocer, comprender y utilizar la capacidad de análisis y síntesis) y los alumnos que tienen más de 10 y menos de 20 asignaturas (grupo 2) para terminar el grado los que menos de acuerdo están con esta pregunta.

### **Conclusiones**

De los resultados obtenidos en este trabajo podríamos decir que los perfiles de competencias transversales de los alumnos con formación en producción vegetal de la Universidad de Oviedo se caracterizan por una tendencia hacia un estilo más dirigido hacia las competencias sistémicas, a medida que avanzan en su formación, ya que, son competencias que se ganan con la experiencia. Las competencias sistémicas se manifiestan en la adaptación a nuevas situaciones, el aprendizaje autónomo, así como, a la creatividad y el liderazgo, entre otras. Estos hallazgos coinciden con los obtenidos por Rojo & Navarro (2016), resaltar que, a pesar del tiempo transcurrido y de ser en algunos casos cursos diferentes se han obtenido unos resultados similares. Es posible, que los estudiantes de grado de Ingeniería Forestal y del Medio Natural tengan un estilo de adquisición de competencias transversales propio y, podríamos decir que ellos tienen un perfil de aprendizaje en el que se diferencian las preferencias en la adquisición de estas competencias. Parece ser que a medida que van adquiriendo conocimientos en el ámbito del área de producción vegetal van modificando sus preferencias, de forma que van adquiriendo más interés por la resolución de problemas, la gestión de la información, la creatividad, entre otros aspectos; y van perdiendo interés por el aprendizaje autónomo, quizás porque ya conozcan la forma de adquirir esta competencia.

Los resultados obtenidos en esta investigación no pueden concretar en la realidad de que los estudiantes puedan modificar su adquisición de competencias transversales a lo largo de su formación, determinado un perfil específico. Para obtener una mayor evidencia científica, pensamos que se debería llevar a cabo el mismo estudio en, al menos otra Universidad y, si fuera posible, en distintos estudios de grado donde esta área imparte docencia con distinta orientación metodológica, con el fin de analizar también si existe relación entre estilos de enseñanza y de aprendizaje. El estilo de enseñanza debería buscar formas para potenciar la adquisición, por parte de los alumnos, de las competencias transversales analizadas en este trabajo, ya que así el alumno va a tener más facilidad para demostrar las competencias adquiridas a lo largo de su vida. Nos planteamos como docentes que nuestro estilo de enseñar y las estrategias didácticas que utiliza el área de producción vegetal, pueda dirigir las preferencias de los alumnos en alguna dirección concreta.

## **Agradecimientos**

Esta investigación ha sido posible gracias a la participación desinteresada de los alumnos que han dedicado su tiempo a la realización del cuestionario. Estamos especialmente agradecido al Área de Innovación Docente de la Universidad de Oviedo por aprobar y conceder el proyecto con código PINN-17-1-013, titulado “Seguimiento de competencias transversales para alumnos que reciben docencia en el área de producción vegetal”.

## **Referencias**

- Alles, M. (2010). *Dirección Estratégica de Recursos Humanos Gestión por competencias*. Ed. Granica, Buenos Aires. 480 pp.
- Aubert, J., Gilbert, P. (2003). *L'évaluation des compétences*. Sprimont, Bélgica: Mardaga. 264 pp.
- Cano, E. (2005). *Cómo mejorar las competencias de los docentes. Guía para la autoevaluación y el desarrollo de las competencias del profesorado*. Barcelona. Ed. Graó. 213 pp.
- González, J., Wagenaar, R. coord. (2003). *Tuning Educational Structures in Europe*. Informe Final. Bilbao: Universidad de Deusto.
- Hernández, R.; Fernández, C. y Baptista, P. (2006). *Metodología de la investigación*. Ed. McGraw-Hill Interamericana. México. 182 pp.
- IBM Corp. Released (2013). *IBM SPSS Statistics for Windows*, Version 24.0. Armonk, NY: IBM Corp.
- Imbernón, F., Silva, P., Guzmán, C. (2011). Teaching Skills in Virtual and Blended Learning Environments. *Comunicar*, 36, 107-114.
- Jiménez, J. J., Lagos, G., Jareño, F. (2013). El aprendizaje basado en problemas como instrumento potenciador de las competencias transversales. *E-pública. Revista electrónica sobre la enseñanza de la economía pública*, 13, 44-58.
- Juárez A., González, M. O. (2018) La construcción de las competencias genéricas en el nivel superior. *Revista Atlante: Cuadernos de Educación y Desarrollo*, 2, 1-16.
- López, M. A. (2017). *Aprendizaje, competencias y TIC*. Pearson. Ed. Ciudad de México. 360 pp.
- Perrenoud, P. (2007). *Diez nuevas competencias para enseñar*. Barcelona Ed. Graó. 159 pp.
- Rojo, R., Navarro, N. (2016). Competencias genéricas adquiridas, según estudiantes de una carrera de la salud. *Investigación en educación médica*, 5(19), 172-181.



## **Experiencia de aprendizaje basado en proyectos con alumnos ERASMUS.**

**Sierra Velasco J. M., Cortizo Rodríguez J. L., Fernández Rodríguez M<sup>a</sup> R., Villazón Suárez M., García Martínez Alberto**

Departamento de Construcción e Ingeniería de Fabricación, Universidad de Oviedo, email contacto: [jmsierra@uniovi.es](mailto:jmsierra@uniovi.es), Tfno.: 985182420

---

### ***Abstract***

*On our campus in Gijón, a long way has gone by the hand of the Erasmus agreements, many of our students go abroad thanks to these grants, but it was not easy to see on our campus foreign students who came here for a similar experience. However, this situation is changing and this article describes an exchange experience with students from the University of Strathclyde, who come to our campus year after year to get involved in a prototype development project. They are students who come in a group of four, who do not speak our language, and who, for four months, are going to interact with professors, Spanish students and laboratory technicians, who help them in the design and manufacture of a prototype mechanism or machine.*

*The students work using solid modeling software, from these models they develop the manufacturing plans, and even some pieces are obtained directly from the CAD files by 3D printing. Moreover those technician elements, they must be adjusted to a budget and manufacturing means, and they have to spend time together with the local staff. The experience of dealing with this type of project is undoubtedly very enriching for all the agents involved, Erasmus and local students, professors and laboratory technicians.*

***Keywords:*** *Project-based learning, Erasmus, prototypes, 3D printing*

---

## **Resumen**

*En nuestro campus de Gijón ya se ha recorrido un largo camino de la mano de los convenios Erasmus. Muchos de nuestros alumnos han disfrutado de estas ayudas, pero no era fácil ver en nuestro campus alumnos extranjeros que viniesen aquí por una experiencia similar. Sin embargo esta situación va cambiando y en este artículo se describe una experiencia de intercambio, con alumnos de la Universidad de Strathclyde, Glasgow que año tras año vienen a nuestro campus para involucrarse en un proyecto de desarrollo de un prototipo. Son alumnos que vienen en grupo, que no hablan nuestro idioma, y que durante cuatro meses colaboran con profesores, alumnos y técnicos de laboratorio españoles, que les ayudan en el diseño y fabricación de un prototipo de mecanismo o máquina.*

*Los alumnos trabajan utilizando software de modelado sólido. A partir de estos modelos desarrollan los planos de fabricación, e incluso algunas piezas son obtenidas directamente de los ficheros CAD por impresión 3D. Deben ajustarse a un presupuesto y medios de fabricación. La experiencia de abordar este tipo de proyectos es sin duda muy enriquecedora para todos los agentes involucrados, alumnos Erasmus y locales, profesores y técnicos de laboratorio.*

**Palabras clave:** *Aprendizaje basado en proyectos, Erasmus, prototipos, impresión 3D.*

## **Introducción**

Ya van 28 años desde que el sistema de becas ERASMUS convive en nuestro sistema Universitario. En los últimos años en el campus de Gijón se han instaurado los grados bilingües, con el objetivo de incrementar no solo la capacitación lingüística, sino el acceso de los titulados al mercado laboral internacional. En estos grados, los estudiantes han de completar un mínimo de 120 créditos ECTS en inglés, que pueden incluir una estancia del Programa Erasmus o bien Erasmus Prácticas en Universidades que mantienen convenios con la Universidad de Oviedo (Universidad de Oviedo). Para esta docencia en lengua inglesa, el profesorado ha tenido que formarse y acreditarse, con la ayuda de la Casa de las Lenguas de la Universidad de Oviedo mediante programas específicos. Estas acciones de internacionalización tanto de sus egresados, como de sus estudiantes, constituyen uno de los puntos prioritarios dentro del Plan Estratégico de la Universidad de Oviedo,.

Esta oferta formativa en inglés, se publicita a nivel internacional mediante los convenios con otras universidades y programas de movilidad en el millar de acuerdos internacionales que ha firmado la nuestra Universidad, lo que ha permitido incrementar el número de alumnos extranjeros que vienen a nuestra Escuela. Este hecho redundará en beneficio de los estudiantes locales, que tienen la posibilidad de practicar el inglés con los Erasmus extranjeros, compartir experiencias más allá de las académicas y también en la motivación del profesorado que participa en los grados bilingües.

Una de las Universidades extranjeras con las que existe convenio Erasmus, es la Universidad de Strathclyde en Glasgow (<https://www.strath.ac.uk/>). De esta Universidad, de la titulación “Mechanical & Aerospace Engineering”, vienen todos los años un grupo de 4 estudiantes, que realizan en nuestro campus durante un semestre académico, lo que denominan “Group Project Abroad”, proyecto grupal en el exterior. Se corresponde con su penúltimo semestre del quinto y último curso de sus estudios de máster, que en su Universidad es un Máster de cinco años, sin Grado previo.

En este artículo se describe la experiencia del proyecto realizado por el grupo de alumnos desde septiembre a diciembre de 2017 en nuestro Campus. Esta experiencia permite explorar el aprendizaje basado en proyectos (PBL, Project base learning en Inglés), buscando estimular en los alumnos la creatividad, la iniciativa y la toma de decisiones, competencias básicas en los profesionales de la ingeniería (Galeana, 2006; Moursund, 1999). Se analizan la experiencia de aprendizaje, la organización, los costes, y el mutuo beneficio para alumnos extranjeros, alumnos locales, profesorado y personal del área.

### **Contexto y entorno de trabajo**

Ninguno de los cuatro estudiantes de este curso académico, David Brown, Scott Lindsay, Jonathan Wieland y Fraser Williams, hablaba castellano a su llegada. Las referencias de los alumnos del curso anterior, ya que este es el cuarto año consecutivo en el que un grupo de estudiantes escoceses viene a nuestro Departamento, les han servido para organizarse en los primeros momentos.

Para el desarrollo de su trabajo en nuestra Sede Departamental, fueron ubicados en una sala de proyectos del Área de Ingeniería Mecánica, que dispone de ordenadores con conexión a internet, y el software de diseño que podían necesitar para el desarrollo del proyecto. En el mismo edificio disponían de impresora, escáner, plotter para planos, y tenían acceso a una impresora 3D con tecnología FDM. El grupo de profesores que trabaja habitualmente en la sede departamental no tenía problema para comunicarse con los chicos en inglés. Todos los profesores colaboraron para ayudarles, facilitando su acceso a los medios necesarios, o ayudándoles de forma puntual con el software de diseño utilizado, u otro tipo de dudas. También tenían acceso a los talleres, donde disponían de herramientas para tareas de montaje, o podían

consultar con los técnicos de taller sobre piezas que debían mecanizar, cortar, soldar, montar o desmontar, etc.

### **El proyecto a desarrollar**

El proyecto propuesto ha sido el diseño de un radio shuttle, incluyendo la fabricación de un prototipo y un tramo de estantería a una escala E:1/2. Estas máquinas se emplean en almacenes automatizados de alta densidad, con estanterías con gran profundidad. El radio shuttle, un carro automatizado que circula por la propia estantería, se encarga de llevar el palet a su posición en la estantería, retorna al inicio a por una nueva carga, o bien extrae el palet de su posición hacia el frontal de la misma para ser recogido por otro sistema de almacenamiento.

El objetivo es el diseño y fabricación de un prototipo funcional, se incluye diseñar un tramo de estantería para tres palets de fondo, y dos alturas. Para ello los alumnos disponen de perfiles laminados en acero estructural del propio almacén del Área de Ingeniería Mecánica (perfiles cuadrados, rectangulares, angulares de lados iguales, etc.), que deben soldar.

Para el radio shuttle en este curso se ha dispuesto de un presupuesto de unos 150 € para adquisición de pequeño material, básicamente rodamientos, ruedas de rodadura y rodillos de apoyo laterales, correas y poleas, etc. Además, en el almacén se dispone de ejes de acero, y también se ha decidido reutilizar motorreductores, material eléctrico, finales de carrera, cables, etc. utilizados en cursos anteriores en otros proyectos.

### **Metodología y agentes involucrados en el proceso**

La metodología del aprendizaje basado en proyectos, está especialmente indicado para estudios técnicos, como la ingeniería. El trabajo por proyectos sitúa a los alumnos en el centro del proceso de aprendizaje gracias a un planteamiento motivador en el que entran en juego el intercambio de ideas, la creatividad y la colaboración, pero que requiere también de una adecuada organización y planificación, por parte del resto de agentes involucrados (Mesa, Álvarez, Villanueva, Cos, 2008; Vergara, 2016).

En este caso en concreto y como se describirá más adelante, tiene un rol muy importante las personas de la Institución de acogida, sin cuya participación activa, el resultado podría no ser el adecuado, ya que uno de los peligros de este tipo de metodologías, es que lleven a la frustración del alumnado, en caso de no progresar adecuadamente el proyecto (Ribeiro, 2011).

El grupo de profesores que fomenta esta actividad en nuestra área de conocimiento tiene larga experiencia en el desarrollo de prototipos dentro de proyectos de investigación, y también en

Trabajos de Fin de Estudios de carácter singular. El éxito de este tipo de actividades de aprendizaje basadas en proyectos depende en gran medida de la experiencia consolidada (Ríos, Cazorla, Díaz-Puentea, Yagüea, 2010). En concreto, el desarrollo de prototipos con alumnos Erasmus trabajando en grupo junto a estudiantes locales, está en la actualidad en un punto de madurez aportado por proyectos previos, que cada año permite mejorar la planificación y método de trabajo, y plantear una serie de hitos que se describen brevemente a continuación.

#### 1.- Punto de partida.

Es necesario plantear un proyecto cuyo objetivo sea del interés de los alumnos, relacionado con sus conocimientos previos y viable en el tiempo disponible (Buck Institute for Education), para cuya realización se requieran obviamente conocimientos de ingeniería. En este caso tenemos:

- Los alumnos cursan 5º curso con perfil de ingeniería mecánica. Es importante tener presente que no hablan español.
- Antes de su llegada a Gijón deben aceptar el proyecto propuesto, se les indica y se les envía información de equipos industriales. Esto permite que comiencen a trabajar desde el principio de su estancia.
- Se busca colaboración entre el alumnado local, para ayudar a los chicos en su integración en nuestro centro, e intercambio cultural propio de una estancia Erasmus. Este año dos estudiantes del Grado en Ingeniería Mecánica Bilingüe han realizado esta función.
- Se planifica una visita a una instalación industrial para un mejor conocimiento del tema, al tiempo que una motivación extra al grupo de estudiantes.

#### 2.- Definición de proyecto

Como se ha comentado, se plantea diseñar y construir un radio shuttle, y un tramo de estantería para manejar palets. En este proyecto, los palets son de madera, a escala ½ en relación a un palet pool europeo de 1200 x 800 mm (a escala 600 x 400 mm). El proyecto incluye diseñar los mecanismos de accionamiento, construir el prototipo, verificar el funcionamiento manual, y plantear el control automatizado del equipo. Esto requiere, entre otras tareas:

- Definición clara del equipo, mecanismo de traslación, mecanismo de elevación, mecánica y electrónica del dispositivo.
- Especificaciones de funcionamiento, capacidad de carga, velocidades, sistemas de seguridad.
- Control del presupuesto, organización por tareas dentro del equipo de trabajo y planificación temporal.
- Elaboración de una presentación del trabajo con sus etapas a los estudiantes de Grado y Máster de la Especialidad Mecánica.
- Elaboración de una página web representativa tanto del proyecto técnico a realizar como de su experiencia personal como estudiantes Erasmus. La exposición pública del proceso

### *Experiencia de aprendizaje basada en proyectos con alumnos ERASMUS.*

incrementa la motivación, al convertir el proceso de aprendizaje en algo concreto que se transmite (Larmer y Mergendoller, 2015).

#### 3.- Distribución de tareas y organización

Los miembros del grupo establecen y distribuyen los roles que han considerado oportunos para el desarrollo del proyecto:

- Financial and resource manager, David Brown, centrado en tareas de diseño del radio shuttle, control del presupuesto y abastecimiento de material.
- Communications manager, Fraser Willians, responsable de la comunicación, organizando reuniones de trabajo entre alumnos, y con los tutores. Inicialmente se encarga del diseño de la estructura, modelo 3D y planos de la misma.
- Technical manager, Jonathan Wieland, centrado en el diseño del radio shuttle, su electrónica y montaje.
- Data manager, Scott Lindsay, responsable del archivo de todos los ficheros del proyecto, elaboración de la memoria y presentaciones, así como de la página web del proyecto.

En las tres últimas semanas, han contado además con la ayuda de cuatro alumnos del Máster de Mecatrónica, que se imparte en nuestra Universidad, que les ayudaron en el montaje de la electrónica para probar el prototipo.

#### 4.- Desarrollo del proyecto

Tenemos un proyecto claramente definido, y los chicos se involucran desde el inicio, con muy buena actitud, resumiremos aquí los hitos principales, con las actividades y equipos utilizados.

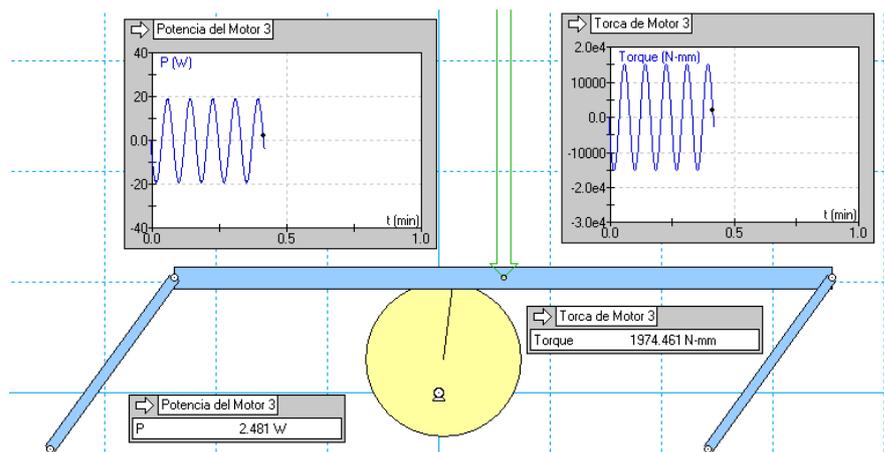
- Ubicados en la sala de proyectos, disponen de ordenadores con acceso a internet y a software con licencia educacional, aparte de los procesadores de texto y hojas de cálculo, utilizan el siguiente software: Working Model (simulación cinemática y dinámica 2D), Solidworks (modelado 3D), AutoCAD (elaboración de planos).
- Inicialmente se definen las dimensiones principales de la estantería, para alojar palets de 600 x 400 mm, se construyen dos palets a escala, y se definen los apoyos en la estantería de los palets y del radio-shuttle, que afecta ya al diseño futuro del equipo.
- Intercalar tareas manuales a lo largo del proyecto, por un lado, motiva a los alumnos al ver avances concretos, y por otro ahonda en la transversalidad propia de los proyectos, al abordar aspectos sobre los procesos de fabricación (corte y soldadura de perfiles, tolerancias de fabricación, etc.).
- En la fase de revisión de objetivos y búsqueda de información, se accede a las bases de datos de la OEPM (Oficina Española de Patentes y Marcas), para el estudio de los mecanismos utilizados, y se accede a varias bases de datos, (ver figura 1).

Figura 1 Bases de datos consultadas



- Simultáneamente, se plantean posibles diseños, con distintos mecanismos, y se realiza su valoración, en base a criterios técnicos, y buscando también cierta creatividad para adaptar las soluciones a los medios de fabricación y presupuesto disponible.

Figura 2 Simulación 2D, accionamiento de leva



- En estas fases iniciales, los alumnos se familiarizan con la realización de planos, acotación, tolerancias, elaboración de listas de materiales, y el manejo del plotter.
- También se familiarizan con distintas técnicas de análisis y simulación. A modo de ejemplo, para el mecanismo de elevación del radio shuttle, se decide utilizar un mecanismo de leva, accionado por una transmisión por correa, y la leva actúa sobre un mecanismo de cuatro barras, que sirve para garantizar la posición horizontal de la plataforma móvil que soporta el peso del palet y la carga.

Los alumnos han utilizado un tacómetro para medir las velocidades de los motorreductores existentes en el almacén y seleccionar el adecuado a la velocidad de funcionamiento óptima. Han realizado un modelo en dos dimensiones para verificar excentricidad de la leva, velocidades, y potencias necesarias (ver figura 2), y han diseñado la leva preparando una pieza con

*Experiencia de aprendizaje basada en proyectos con alumnos ERASMUS.*

un eje excéntrico, que irá alojada en el aro interior de un rodamiento, y que se ha construido por fabricación aditiva en ABS, ver figura 3.

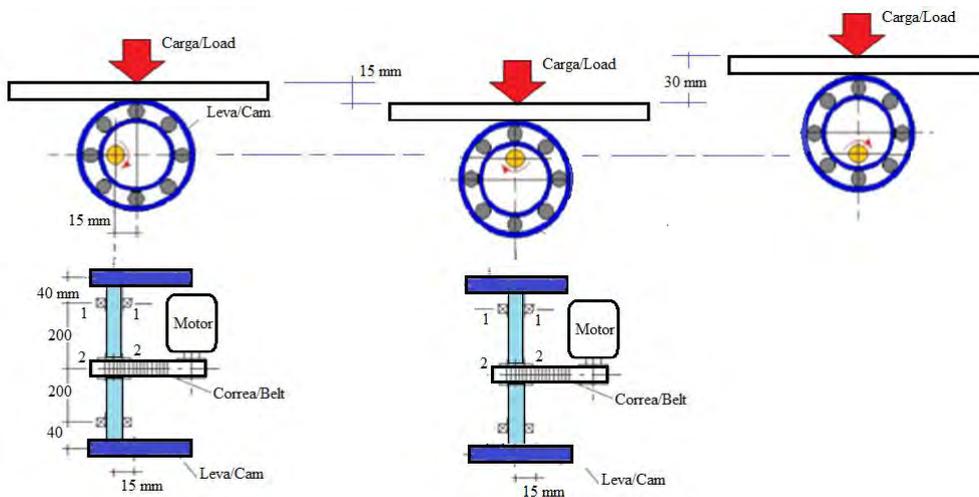
Este diseño además reduce las pérdidas por fricción en la leva al utilizar el rodamiento. Este ha sido un punto de creatividad interesante del diseño.

**Figura 3 Diseño de Leva basada en la fabricación aditiva**



La fabricación aditiva, ha sido otra tecnología muy útil en el proyecto, ya que ha permitido obtener buena parte de los elementos de los mecanismos a bajo coste, directamente de los modelos 3D realizados por los alumnos.

**Figura 4 Fatiga en eje de transmisión**

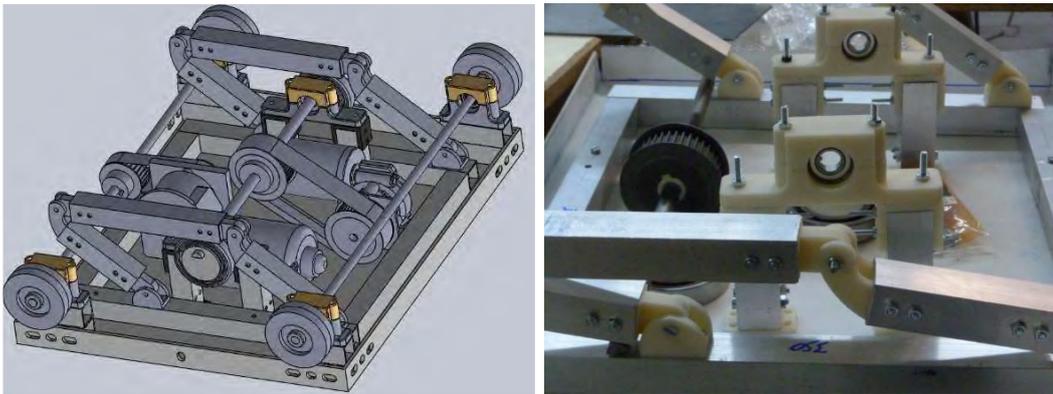


Y por supuesto, en su informe han de analizar desde el punto de vista resistente, todos los elementos, como por ejemplo el interesante problema del cálculo a fatiga del eje de accionamiento de la leva, sometido a cargas alternativas de flexión y torsión, el mecanismo de accionamiento se representa esquemáticamente en la figura 4.

Se adopta para el prototipo una capacidad de carga de 220 [N], un tiempo de elevación de la carga de unos 3 segundos y una velocidad de traslación del equipo de 0,15 [m/s]. Bajo estas

especificaciones se realizan los cálculos necesarios, poniendo en práctica sus conocimientos previos, y se procede a la finalización del diseño en 3D. Los alumnos adquieren dominio en el manejo del software de modelado sólido, algo que les apasiona, y que hoy día es un valor añadido a sus capacidades cuando se incorporan al mundo laboral. En la figura 5 se puede ver el modelo 3D y el prototipo en fase de montaje.

**Figura 5 Modelado sólido, montaje y pruebas**



#### 5.- Montaje y pruebas de taller.

Construir un prototipo funcional, permite valorar aspectos estudiados de forma teórica, que no se olvidarán fácilmente, así en este proyecto los alumnos han realizado entre otras las siguientes tareas:

- Verificar en vacío las velocidades de los accionamientos, utilizando una fuente de alimentación, y verificando las velocidades mediante un tacómetro sobre los ejes de salida, de las ruedas motrices, y de la leva.
- Verificar la capacidad de carga, al probar el equipo con la carga máxima de diseño.
- Ajustar las uniones articuladas de los mecanismos de cuatro barras sobre los que actúan las levas, aquí las tolerancias en agujeros y ejes son muy importantes para conseguir un funcionamiento suave y mantener la verticalidad.
- Validar las dimensiones de la estructura, que permite desplazarse con carga y sin deformación al equipo.
- Ajustar la distancia entre centros de las transmisiones flexibles utilizadas.
- Fijar axialmente los ejes de las ruedas, entender su necesidad.
- Montar las poleas sobre los ejes de accionamiento con sus chavetas.
- Cablear motores, finales de carrera, placa de control y joystick.

Esta fase ayuda a entender la importancia de un diseño de detalle, que facilite las tareas de montaje y puesta a punto de un mecanismo o máquina.

#### 6.- Colaboraciones

Para llevar a cabo este tipo de proyectos, además de los profesores del Área de Ingeniería Mecánica firmantes de este artículo, los alumnos tienen la colaboración de los maestros de taller y técnicos de laboratorio. Así, con Roberto García en el taller de Medios Continuos, han cortado los perfiles y soldado los mismos para la estructura metálica. Con Agustín Castaño, del taller de Procesos de Fabricación, han mecanizado chaveteros en poleas y ejes de transmisión, y con Ana María Casaus del taller de Ingeniería Mecánica, han tenido acceso a las herramientas para montaje, a los instrumentos de metrología necesarios (calibres, tacómetro, voltímetro,), fuentes de alimentación, plotter e impresora 3D. También, como ya hemos indicado, han tenido la colaboración de cuatro alumnos del máster en mecatrónica para el montaje y pruebas de la electrónica necesaria. El control de los tiempos, enfrentarse a las dificultades y colaborar con otras personas, potencia la función del ABP (Johnson, 1999; Sancho, Fernández, Errasti, 2011; Arrugaeta et al, 2013).

#### 7.- Presentación pública

Y una vez el trabajo está finalizado, queda terminar la documentación, y preparar la presentación del mismo. Si bien la defensa del proyecto la realizan en su Universidad de origen, y aún tienen por delante casi dos meses para finalizar la documentación formal, antes de marcharse a su país realizan una presentación pública en el campus de Gijón, ante profesores y alumnos del grado bilingüe (ver figura 6). En dicha presentación además de describir el proyecto, los hitos del mismo y el resultado final, también hablan de su país, de su Universidad y de su experiencia en nuestra ciudad.

**Figura 6 Presentación pública**



## Resultados

Se ha diseñado un tramo de estantería, adecuado para el uso del radio shuttle, con palets de madera de 400 x 600 mm. Y se ha diseñado, calculado y construido un prototipo del radio shuttle, con capacidad para 220 [N] de carga, incluido un control básico desde un manipulador, (ver figura 7).

Todos los documentos generados en el desarrollo del proyecto, así como una ficha personal de cada estudiante y un resumen fotográfico de su estancia en nuestro país, se pueden ver y descargar en el siguiente sitio web: <https://radioshuttlegijon.wixsite.com/erasmus2017>.

**Figura 7 Prototipo final incluyendo la estantería, el pallet de madera y el radio shuttle.**



## Conclusiones

Todos los profesores involucrados en este tipo de actividades, estamos convencidos de los beneficios del aprendizaje basado en proyectos, para titulaciones técnicas como son las ingenierías. En la situación actual de la Universidad, este tipo de proyectos son viables en los títulos de máster, planificados a dos años, y con un semestre dedicado exclusivamente al desarrollo del TFM. No son viables en los títulos de grado, debido al gran número de alumnos, y la escasa asignación docente a los profesores (4 horas/TFG).

En este caso en particular, la unión del aprendizaje basado en proyectos con un grupo de alumnos Erasmus, a los que se facilita la colaboración con alumnos locales, profesorado y técnicos de laboratorio, ha resultado una experiencia gratificante para todos los actores.

## Agradecimientos

Hemos de agradecer la colaboración de D. Fernando Bausela, ingeniero de la empresa Duro Felguera, línea de logística, que este año nos ha facilitado la visita a un almacén automatizado, y en años anteriores también nos ha financiado pequeñas compras para los proyectos.

*Experiencia de aprendizaje basada en proyectos con alumnos ERASMUS.*

También hemos de mencionar aquí, a la profesora María Jesús Lamela Rey, responsable del acuerdo con la Universidad de Strathclyde y de otros acuerdos Erasmus, muy involucrada en la Internacionalización de nuestra Escuela.

## Referencias

- Arrugaeta Gil Juan José, Sancho Saiz Javier, Puelles Pérez Eduardo, Ramos Hernanz José Antonio Rico Pastrana Teodoro, Errasti Arrieta Íñigo, Fernández Gámiz Unai, Unives (2013). *¿Por qué aplicar el aprendizaje cooperativo y el aprendizaje basado en proyectos en ingeniería? Resultados de su aplicación en varias asignaturas.* <http://hdl.handle.net/10256/8133>
- Buck Institute for Education (BIE). <http://www.bie.org/>.
- Galeana de la O., L. (2006). *Aprendizaje Basado en Proyectos.* Revista electrónica Ceupromed. <http://ceupromed.ucol.mx/revista/PdfArt/1/27.pdf>
- Johnson, P.A. (1999). Project-based, cooperative learning in the engineering classroom, *Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice*, 125 (1), 8-11.
- Larmer, John y Mergendoller John (2015) "Gold Standard PBL: Essential Project Design Elements". [https://www.bie.org/blog/gold\\_standard\\_pbl\\_essential\\_project\\_design\\_elements](https://www.bie.org/blog/gold_standard_pbl_essential_project_design_elements)
- Mesa José M., Álvarez José V., Villanueva Joaquín M. y Cos Francisco J. de, (2008). *Actualización de Métodos de Enseñanza-Aprendizaje en Asignaturas de Dirección de Proyectos de Ingeniería.* Formación Universitaria Vol.1(4), 23-28
- Moursund David Ph. D, (1999). "Project Based Learning Using Information Technology", ISTE Publications, first edition of the book. Copyright © David Moursund, 2016. ISBN 1-56484-145-6. 155 pp
- Ribeiro, Luis Roberto C., (2011). *The Pros and Cons of Problem-Based Learning from the Teacher's Standpoint*, *Journal of University Teaching & Learning Practice*, 8(1). Available at: <http://ro.uow.edu.au/jutlp/vol8/iss1/4>
- Ríos de los Ignacio, Cazorla Adolfo, Díaz-Puntea José M., Yagüea José L., (2010). *Project-based learning in engineering higher education: two decades of teaching competences in real environments*, *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, Volume 2, Issue 2, Pages 1368-1378
- Sancho Saiz J., Fernández Gámiz U., Errasti Arrieta I., Jornadas Redes-(2011). *Aprendizaje Basado en Proyectos aplicado a la Ingeniería Fluidomecánica.* Escuela Universitaria de Ingeniería de Vitoria-Gasteiz. Universidad del País Vasco/Euskal Herriko Unibertsitatea.
- Universidad de Oviedo. Oferta Bilingüe. <http://www.uniovi.es/estudios/grados/idiomas>
- Vergara, Juan José, (2016). *Aprendo porque quiero. El aprendizaje Basado en proyectos (ABP), paso a paso.* Ed. SM. Biblioteca de Innovación Educativa..



## Elaboración de un Juego de Mesa para la Adquisición de Habilidades Directivas en Logística

Jose Antonio Pascual Ruano<sup>a</sup>, Ángel Manuel Gento Municio<sup>b</sup> y Alfonso Redondo Castán<sup>c</sup>

Dpto. de Organización de Empresas y C.I.M. Escuela de Ingenierías Industriales de la Universidad de Valladolid <sup>a</sup> pascual@eii.uva.es, <sup>b</sup>gento@eii.uva.es, <sup>c</sup>redondo@eii.uva.es

---

### **Abstract**

*This paper shows the design and development of a formative board game, which allows participants to acquire the skills/abilities necessary to perform a position of "Logistic Director" in their future labor stage. The learning process is fun and game development in stages allows students to improve their skills/capabilities identifying the main problems they will face in the performance of their position, and the best ways to overcome them.*

*The idea is not new, many both public and private institutions turn to the Serious Games, games conceived primarily for training purposes without forgetting their playful nature, so that players acquire skills/abilities in different fields: from learning skills, marketing or advertising, learn and improve the skills needed to drive or fly airplanes, and so on. Fun is not the ultimate goal, but is used as a path to learning.*

*This type of games has been a revolution because they facilitate the learning process, in a dynamic and participatory way, when faced with problems similar to those that would occur in reality, making a limited representation of it.*

**Keywords:** Serious Games, Board Games, Logistic, Learning Process.

---

### **Resumen**

*Este trabajo muestra el diseño y elaboración de un Juego de Mesa Formativo, que permite a los participantes adquirir las capacidades/habilidades necesarias para que desempeñen un cargo de "Director Logístico" en su futura etapa laboral. El proceso de aprendizaje resulta ameno y el desarrollo del*

*juego en etapas permite que el alumno mejore sus habilidades/capacidades a la hora de identificar los principales problemas a los que se enfrentará en el desempeño de su cargo, y las mejores maneras para solventarlos*

*La idea no es nueva, numerosas instituciones tanto públicas como privadas recurren a los Juegos Serios, juegos concebidos con objetivos principalmente formativos sin olvidar su carácter lúdico, para que los jugadores adquieran habilidades/capacidades en diferentes campos: desde aprender habilidades de marketing o publicidad, aprender y mejorar las habilidades necesarias para conducir o pilotar aviones, y un largo etcétera. La diversión no es el fin último, sino que se utiliza como camino al aprendizaje.*

*Este tipo de juegos ha supuesto una revolución pues facilitan el proceso de aprendizaje, de manera dinámica y participativa, a la hora de enfrentarse a problemas similares a los que ocurrirían en la realidad, realizando una representación acotada de la misma.*

**Palabras clave:** *Juegos Serios, Juegos de Mesa, Logística, Proceso de Aprendizaje*

## **Introducción**

El cambio de paradigma educativo en el que nos encontramos inmersos los docentes universitarios, donde el foco de atención es el estudiante y no la transmisión de conocimientos, y como adquiere competencias, está favoreciendo la implantación de innovadoras metodologías de enseñanza-aprendizaje.

Dentro de las diferentes herramientas disponibles proponemos la utilización de los “Juegos Serios”, pues favorecen la motivación y permiten a los participantes adquirir competencias-habilidades cruciales para afrontar sus futuras responsabilidades laborales, mayor tolerancia a la frustración, capacidad para asumir riesgos, resolver problemas, tomar decisiones (Green y Bavelier, 2006), comunicar, intercambiar y criticar información e ideas y les ayuda a asumir la responsabilidad de su aprendizaje.

De modo que, el siguiente trabajo plantea el desarrollo de un Juego de Mesa Serio, para su utilización como metodología docente, con el objetivo de que permita adquirir a los participantes las capacidades/habilidades de gestión industrial de un director logístico.

La importante repercusión que tiene en los costes una buena gestión logística hace que la misma cobre cada día mayor relevancia dentro de las organizaciones. Las empresas desean que sus directores logísticos posean una serie de habilidades que les permitan realizar de forma eficiente, en el menor tiempo posible y bajo costes mínimos, una serie de tareas sobre su cadena de suministros como: el control en la distribución de productos y su trans-

porte, la gestión de almacenes e inventarios, etc. Aquí se centra nuestro trabajo, en proponer una metodología activa de aprendizaje que facilite la adquisición de habilidades.

Tras analizar la literatura, diferentes juegos existentes y plantearnos la pregunta ¿qué necesitan los futuros Directores Logísticos en términos de destrezas para poder realizar sus tareas?, se ha planteado un juego dinámico que engloba la mayoría de los conceptos relacionados con dichas tareas, mediante la representación de una realidad acotada, en el que los problemas a los que se enfrentan los participantes son similares a los que ocurrirían en la realidad, ayudándoles a adquirir las habilidades/capacidades, mientras participa.

### **Los Juegos Serios**

La expresión “Juego Serio”, utilizada desde la década de los 60 por Clark Abt para referirse a juegos de simulación que representaban en el aula estrategias militares de la I Guerra Mundial, parece englobar dos ideas contrapuestas, por un lado “juego”, que se relaciona con entretenimiento, diversión, alegría, ocio, y por otro “serio”, que sugiere actuar o comportarse con cuidado, reflexión, responsabilidad, rigor y atención. Pero lo que hace es aprovechar los beneficios de los juegos para abordar las necesidades de educación y formación, y podrían definirse como aquellos juegos que se usan para educar, entrenar e informar (Michael y Chen, 2006)), cuyo objetivo principal es la formación antes que el entretenimiento.

El ámbito de utilización de los “Juegos Serios” es muy amplio y abarca sectores como defensa, negocios, sanidad, política pública, gestión de emergencias, planificación urbana, etc. y como no la educación (Jarvinen, 2007; Miller, 2008).

Tomando como referencia la definición que en 1970 dio Clark Abt al término Serious Games (Abt, 1970), la implementación del juego contempla los siguientes elementos:

- **Objetivos:** los objetivos del juego, aprendizaje de las competencias que se quieran trabajar, deben estar claramente definidos y ser de dominio público
- **Reglas:** ayudan a definir el juego, el espacio de juego, los elementos que los constituyen, las acciones que se pueden desarrollar y sus consecuencias, las limitaciones en las acciones, la secuencia del juego, y los objetivos a perseguir por cada jugador para alcanzar el reto que se le propone.
- **Reto:** los participantes se enfrentarán a situaciones en las que deberán buscar soluciones a los problemas planteados, lo que les permitirá ir avanzando en el juego hasta alcanzar el reto final propuesto.
- **Interacción:** surge de la propia dinámica del juego, los jugadores son parte de la acción desarrollada lo que les proporciona un conjunto de experiencias obtenidas de la propia respuesta del juego a sus acciones.

### **Aprendizaje basado en competencias a través de los Juegos Serios.**

Como comentamos con anterioridad, el nuevo paradigma educativo universitario está centrado en el aprendizaje basado en competencias. Podemos definir las competencias como *«la integración de una serie de elementos (conocimientos, técnicas, actitudes, procedimientos, valores) que una persona pone en juego en una situación problemática concreta demostrando que es capaz de resolverla»* (Villa y Poblete, 2011).

Este enfoque del aprendizaje busca que los alumnos dominen las competencias en contextos ya sean reales o simulados, lo que ha llevado a plantear nuevas metodologías docentes. Dentro de las cuales, el *game-based learning*, está experimentando una gran expansión en todas las etapas educativas desde escuelas de primaria a prestigiosas universidades, saltando incluso al ámbito empresarial. Y los serious game son el producto estrella del game-based learning.

Los Juegos Serios proporcionan un entorno favorable para abordar todos los elementos recogidos en la definición de competencias anterior, pues desarrollan escenarios en las que practicarlas. Es decir, los jugadores pueden entrenarse en situaciones similares a las que se enfrentarían en la realidad. Además, como actividad lúdica que es, fomenta la motivación y favorece el aprendizaje en general, además del desarrollo de habilidades y competencias en especial (Foster, 2008, Gee, 2009, Conelly et al. 2011)

La participación en este tipo de juegos, favorece la autoestima, y posibilita el desarrollo de destrezas y estrategias cognitivas como la capacidad de resolución de problemas, toma de decisiones, búsqueda y organización de la información, razonamiento abstracto, comunicación, favorecen la socialización y mejoran los procesos cognitivos, así como las habilidades de razonamiento memoria e interacción social, especialmente con los juegos de carácter estratégico (Gross, 2000).

Además al tratarse de un juego participativo, basado en experiencias en el que se enfrentan a problemas de la realidad, el aprendizaje es más efectivo como recogen las teorías modernas del aprendizaje (Conelly et al, 2012)

### **Concepción del juego**

Tras analizar diferentes Juegos Serios aplicados a ámbitos distintos y en particular los relacionados con la gestión industrial y la logística, como: “El juego de la cerveza”, en el que se simula el comportamiento de una cadena de suministro sencilla, “The Master Key” que analiza temas relacionados con la gestión de stock y el almacenamiento y “The Trucking Game” en el que el objetivo es el transporte entre 3 centros de carga y descarga de mercancía, y juegos enfocados al desarrollo de conceptos específicos como el de las 5’s y el de

cálculo de rutas, se ha querido ir más allá y recoger en un único juego la mayor parte de las habilidades y destrezas deseables en un Director Industrial o Logístico.

Mediante el juego los estudiantes deben ser capaces de identificar cuáles van a ser los principales problemas a los que enfrentarán en el desempeño de su cargo, y las mejores maneras de abordarlos para solventarlos. Es decir, debe recoger en su dinámica los aspectos propios la gestión industrial, la venta de material, el uso de almacenes y el control del transporte. De este modo se ha creado un juego dinámico, que hemos denominado “The Director”, para practicar en grupo, con lo que se busca que los participantes adquieran las competencias planteadas en el Master de Logística.

Este trabajo ha seguido en su desarrollo dos líneas en paralelo: por un lado está el diseño del juego propiamente dicho y por otro el desarrollo de los conocimientos o habilidades a enseñar al jugador. Las dos estarán interconectadas pues hay que recoger las habilidades, crear las situaciones que las reproduzcan y reflejarlas en el juego.

Inicialmente se realiza un estudio de las capacidades/habilidades que deseamos que el alumno adquiera. Posteriormente se estudia la manera de trasladar a un juego de mesa la forma de transmitir dichas capacidades/habilidades y por último se diseñan los tableros de juego, las fichas, los manuales con las reglas y objetivos del usuario, etc. y todo lo necesario para poder jugar con el mismo.

No podemos olvidar que algunas ideas han sido tomadas de juegos de mesa existentes como: la importancia de las inversiones y el manejo del dinero del Monopoly, la importancia del transporte y la energía de Alta Tensión, y la relevancia que toma la capacidad productiva y el almacenaje de La Granja.

**Objetivos:** los objetivos del juego, son el aprendizaje de las competencias propias de un Director Industrial o Logístico.

La intención de este juego de mesa es que los jugadores sean capaces de ponerse en la piel de un director logístico de una fábrica. Para ello los jugadores tendrán que ir eligiendo las tácticas que consideren adecuadas en cada momento para ser el mejor director y así ganar el juego. Con este juego se pretende que los jugadores puedan aprender habilidades que puedan desempeñar en un futuro en su profesión o para los profesionales poder mejorar sus habilidades, además se intenta que se aprenda de una forma amena y que sea un juego que enganche y en el que se mejoren los resultados tras jugar varias veces.

**Los participantes:** serán alumnos del último curso del Grado de Ingeniería en Organización Industrial y los del Master en Logística. Pero la decisión sobre el número de participantes y el número de rondas también resultó compleja, decidiéndonos tras probar diferentes alternativas que fueran entre 2 y 5 jugadores y un total de 6 rondas, para que tanto la complejidad de desarrollo del juego como la duración estuvieran acotadas.

**Reto:** el reto que se les plantea es obtener mejores beneficios que sus contrincantes, para ello se ha creado un dinero ficticio llamado “logi”, y el que tenga más dinero al final del juego será el ganador. Cada jugador tiene que administrar una fábrica y tratar de ganar tanto dinero como sea posible durante el desarrollo de la partida.

**Las reglas:** la principal dificultad ha sido la creación de un tablero de juego y la definición de unas reglas claras y que eviten la posibilidad de ganar por fortuna. La manera de obtener los mejores resultados en el juego es aplicar las diferentes técnicas de gestión industrial.

En el juego, cada jugador tendrá un tablero que representa la fábrica que debe gestionar y compite en el mercado con las demás. Todas parten con condiciones idénticas (recibe 3 fichas de almacén que aportan 1 pallet de almacenaje y 2 fichas de máquinas que aportan 1 producción, pero tienen un coste de 2 operarios y 2 de energía, dispone de 7 operarios fijos, cuyos costes están incluidos en los costes productivos, y 2 temporales que hay que pagar en cada turno, además se le dan 24 logis), además los jugadores dispondrán de un tablero denominado “Director de Logística”, común para los jugadores.

**El tablero de empresa:** En él tienen que instalar Máquinas, Robots, y Almacenes (representados por fichas), para tal efecto presenta 15 casillas (ver fig. 1): 5 para cada uno de los elementos. Además hay reservada una casilla para una ficha de eficiencia energética (círculo azul en fig. 1), otra para una de eficiencia productiva (círculo rojo en fig.1) y otra denominada Sala UET (círculo morado), donde se ubicarán los operarios libres, los que estén trabajando estarán sobre la máquina que utilicen. Cada fábrica reserva 1 hueco por almacén, máquina y robots para una posible ampliación (El coste de la ampliación en cada caso será de 10 logis). Además se representan la “Escala Almacén” (señalada con un pallet en la fig.1), la “Escala Producción” (señalada con unas cajas en la fig. 1) y la “Escala Energía” (Indicada con un símbolo de peligro electricidad en la fig. 1), que serán utilizadas para el cálculo de las ganancias.

Cada fábrica tendrá 3 indicadores (Almacenaje, Producción y Consumo Energético) que especifican cuantos beneficios o pérdidas tienen por turno. Otro indicador de funcionamiento, son los operarios, se limita la plantilla de cada fábrica y el jugador tiene que intentar optimizar su producción para liberar el mayor número de operarios y la cantidad de movimientos por turno vendrá indicada por los operarios libres al finalizar el mismo. Los costes por operario temporal dependerán de la ubicación de la empresa: Suecia, 9 logis; Italia e Irlanda 8 logis; España, 7 logis y Ucrania 6 logis).

Cada jugador tendrá una zona industrial alrededor de su fábrica. Por sorteo, se le asignan fichas que se ubicarán en su zona (6 de almacén, 6 de máquinas y 4 de robots), no son de su propiedad, sólo las tiene en su mercado de influencia, por lo que sólo él puede instalar las máquinas, ya sea para el mismo o para el resto de jugadores. El jugador no tiene que pagar transporte por las fichas de su mercado, pero si por el resto de fichas. Además, si un jugador compra una ficha de su mercado, recibe el 20% del valor de la ficha por la instalación

en su fábrica. Además, se tiene que poner en la parte superior la ficha de la subasta que indica el orden de juego y la posible rebaja en las compras.

Figura 1. Tablero de empresa.



**El Tablero Director de Logística o Mapa:** Se emplea para simular la localización de las empresas (la elección de la ubicación inicial se decide por un juego de preguntas), la importancia del transporte y el valor que tienen cada máquina, robot, etc... Este tablero tiene 5 ubicaciones de empresas, equidistantes del centro (representadas por colores que identificarán los tableros de las empresas de los jugadores): Fábrica azul, Suecia; Fábrica roja, Italia; Fábrica amarilla, España; Fábrica verde, Irlanda y Fábrica morada, Ucrania (Ver fig. 2).

Figura 2. Tablero de Director Logística.



Se simplifica el mapa de carreteras de Europa, para ello se unen por puntos de similar distancia, costando el paso por cada punto de unión 1 logi. Se da la opción también de transportar por barco, pero se añade 1 logi por el paso por puerto y además se puede transportar por avión con coste de 5 logis. Estos costes se añaden al coste de las fichas a transportar.

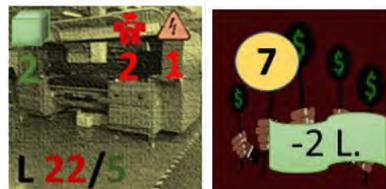
Además este tablero incluye el hueco para el mercado común de las fichas de eficiencia energética y eficiencia productiva, que se ubican en Bruselas y la escala de la energía. En función de la ubicación la empresa empezará en una posición u otra de esta escala (Suecia, 1º lugar; España y Ucrania, 2º lugar; Irlanda e Italia, 3º lugar), luego puede variar mediante el juego de preguntas, y este valor multiplicado por el valor en el cual este en la escala de la energía dentro de su fábrica determinará su gasto en energía.

**La secuencia del juego:** Al comenzar cada ronda se introduce una subasta en la que los jugadores pujan por unas fichas de orden de juego, que tienen un número de orden y pueden tener un descuento por operación. Las fichas con números inferiores son las que inician los turnos, estas fichas no tienen descuentos, y las de mayor número empiezan más tarde, pero tienen descuentos. De esta manera el jugador tiene que decidir si quiere invertir para empezar turno o por el contrario prefiere el ahorro. En la primera ronda se recurre de nuevo al juego de preguntas para determinar quién empieza.

**Fases de cada ronda:** La primera decide el orden de turno, posteriormente se realizan los movimientos de compras o ventas (1 movimiento por operarios libre), en esta fase se puede aumentar/disminuir la plantilla, y posteriormente se recalculan los parámetros en función de las fichas y es cuando se obtienen los beneficios. Para finalizar el turno se realiza el juego de aumento de energía para ver cuánto se incrementa este valor.

**Fichas de juego:** En todas las fichas los valores en verde se consideran positivos y en rojo negativos. La información que pueden mostrar las fichas (Ver fig. 3) es la siguiente:

**Figura 3. Ficha de máquina y Ficha de orden de juego.**



- *Esquina superior izquierda:* Indica los valores de almacenaje (identificado por un pallet) o de producción que aporta (identificado por una caja).
- *Esquina superior derecha:* A la izquierda se indican los operarios que se necesitan para operar la máquina (identificado por un muñeco), o en caso de ser una ficha de eficiencia, los operarios que libera la ficha. Más a la derecha se indica el gasto o el ahorro energético (identificado por el símbolo de un rayo dentro de un triángulo).

- *Esquina inferior izquierda:* Se indica en rojo el coste de la ficha y en verde se indica la posible ganancia por su instalación. Los precios de las fichas cuando no son del jugador son innegociables, pero cuando ya pertenece al jugador si desea venderla puede poner el precio. El coste de instalación si es negociable siempre.
- *Centro derecha:* Puede aparecer información adicional en el caso de ser un robot o una ficha de eficiencia.

En el juego se diferencian 5 tipos de fichas.

- *Fichas de almacén:* sólo tienen el coste de la ficha, el coste de la instalación y la capacidad de almacenaje de cada ficha tienen el fondo azul.
- *Fichas de maquinaria:* fondo verde claro. Todas las máquinas tienen costes de operarios necesarios para que funcionen (1-3). Además tienen un gasto energético (1-2) y su producción varía (1-3). Su coste es proporcional a la productividad.
- *Fichas de robots:* fondo gris. Hay dos tipos de robots:
  - *Productivo:* El coste aumenta con la complejidad. Son capaces de producir (1-3) y gastan de energía (1-3).
  - *Ahorrador de operario:* Su función no es producir, es liberar operarios (1-4). Se quiere hacer ver la importancia de una plantilla acorde a la producción. Tienen un coste de energía de 1.
- *Fichas de eficiencia:* fondo naranja. Para indicar la necesidad de tener fábricas eficientes tanto energética como productivamente. Hay dos tipos (solo se puede tener activa una de cada en cada ronda):
  - *Ficha de eficiencia energética o de control:* ahorra energía (2-6) y libera 1 operario. Su coste es elevado pues la ventaja de tenerla puede ser clave.
  - *Ficha de eficiencia productiva o de optimización:* además ahorra energía producen, e incluso algunas libran un operario. Precio aún más alto.
- *Fichas de orden de juego:* fondo rojo. Están numeradas sobre un círculo amarillo, el jugador con la ficha más baja será el primero en empezar el turno. Además algunas presentan sobre fondo verde el ahorro que proporcionan por máquina.

**Juego de las preguntas:** Consta de preguntas de diferentes niveles de dificultad basadas en el mundo de la logística y el Lean Manufacturing. Las preguntas se leen en alto al jugador, así como las 4 posibles respuestas, solo una correcta.

**Subasta de fichas de orden y ahorros:** En cada ronda toman tantas fichas de orden de juego como jugadores, se destapan y colocan en el centro. En la primera ronda no hay subasta, el jugador que sacó el número más alto para la elección de la fábrica recibirá el valor más alto de orden de juego. El jugador con la ficha de orden de juego más bajo será el primero en empezar la siguiente fase. Para el resto de turnos se subastan las fichas de orden de juego. El primero en pujar será el jugador que antes tuvo el último turno de elección de fichas, es decir el valor más alto. Este jugador puede pujar (máximo 10 logis salvo en la

última ronda 20) por cualquiera de las fichas descubiertas de orden de juego. El orden de puja sigue en orden decreciente en función del valor de la ficha de orden de la ronda anterior. Se reparten las fichas de orden de juego siguiendo esta dinámica hasta que cada jugador tenga una ficha de orden de juego.

**Compra-venta de fichas y contratación de operarios:** Por cada operario libre el jugador tiene 1 movimiento (compra, venta o eliminación) para llevar el recuento de movimientos, se coloca encima del mismo el operario. El jugador puede comprar cualquier ficha, las de su zona industrial no tienen coste de transporte, pero las del resto de jugadores y las del mercado de Bruselas tienen que sumar al precio de la ficha el precio del transporte. Si el jugador tiene en su ficha de orden de juego con descuento puede aplicarlo a sus compras. El jugador puede eliminar de la fábrica y sacar al mercado las fichas que quiera y que sean de su propiedad (cuesta 1 movimiento) al precio que el estime.

Se tiene que tener funcionando a la vez el mismo número de fichas de robots que de máquinas. En el caso de tener más fichas de robots que de máquinas tendrá que parar las fichas de robots que quiera situando una ficha de parada encima. También puede parar una máquina (no suma producción, almacenaje, gasto energético, etc.) sin tener que sacarla de su fábrica, perdiendo ese movimiento, situando la ficha de parada encima.

En cada ronda el jugador puede contratar los 2 operarios temporales para aumentar los movimientos por ronda, al finalizar el turno volverán a estar libre. En la contratación de los operarios el descuento máximo es de 4 logis.

**Juego de la Energía:** En cada turno el jugador tiene que tirar un dado y responder a una pregunta del mazo de las cartas de preguntas.

**Dado 1-2:** Si el jugador acierta la pregunta, no sube en la escala, si falla subirá 1.

**Dado 3-4:** Si el jugador acierta la pregunta, sube en la escala 1, si falla subirá 2.

**Dado 5-6:** Si falla la pregunta, subirá 2, si acierta puede volver a responder otra pregunta, si la falla sube 3 pero si acierta disminuye 1. En caso de no querer realizar la pregunta sube 2.

**Cálculo de ganancias y operarios libres:** se realiza al finalizar el turno del jugador:

- **Consumo de energía:** Suma los valores de energía de sus fichas (verde suma, rojo resta), se sitúa en la escala de energía de su fábrica. Pagará por gasto energético esta escala multiplicada por el valor numérico de la escala del precio de la energía.
- **Producción y Almacenaje:** Suma los valores de producción de sus fichas (verde suma, rojo resta) y se ubica en la escala de producción de su fábrica. Suma los valores de almacenaje de sus fichas (verde suma, rojo resta) y se ubica en la escala de almacenaje de su fábrica. Sus ingresos serán el valor que aparece en la parte superior de la escala (ver fig. 1), se toma el mínimo de los dos para evitar que un jugador descuide una de las partes.

Se realiza la resta de ingreso menos gastos y se paga al jugador.

- **Operarios:** Suma los valores de operarios de sus fichas (verde suma, rojo resta), ubica los operarios en las fichas que consumen operarios, colocando los operarios libres en la sala de UET de su fábrica. En el caso de tener menos operarios disponibles de los necesarios para sus máquinas el jugador tendrá que parar las máquinas necesarias hasta dejar un operario libre.

Cada jugador siempre tiene que tener al menos un operario libre al finalizar el turno.

### **Conclusiones**

En un mundo en el que la importancia de lo visual y el aprender jugando es cada vez más importante, el desarrollo de los juegos serios es cada vez mayor ya que es una magnífica opción para aportar capacidades, conocimientos y simular situaciones reales de una forma amena y barata y en la que los jugadores serán capaces de asimilar estos conceptos de una manera rápida y a la vez no olviden lo aprendido.

Crear y desarrollar The Director ha sido una tarea ardua. Es un juego lo suficientemente complejo como para ser simulado en distintas sesiones, ofreciendo interacción entre los jugadores y la practica en diferentes aspectos logísticos como transporte, almacenaje, reducción de costes, administración de recursos y negociación por turnos.

Con el tiempo, hemos descubierto que cada partida es diferente y que solo con la práctica se pueden controlar los muchos factores de gestión industrial que se contemplan en el juego.

Al tratarse de un juego de mesa, los participantes se relacionan entre sí, lo que crea un entorno agradable, imposible de conseguir con los juegos online. La interacción entre los jugadores es un factor muy importante ya que les permite manejar las relaciones profesionales tan importantes en el mundo de la logística y de las empresas en general.

Es importante conocer bien todos los tableros y reglas que forman el juego para practicarlos correctamente, pues todo está calculado para que sea un juego entretenido. La principal característica, la escasez de recursos económicos para comprar almacén, maquinaria o transportar máquinas, ha sido creada para mostrar la dificultad de administrar correctamente el dinero, y ser más eficientes económicamente que el resto de jugadores.

En definitiva, esperamos que con una partida completa los jugadores puedan simular lo que supone llevar una fábrica similar a la de la vida real, y puedan poner en práctica los principales conocimientos adquiridos en las asignaturas del Master de Logística.

Se contempla la dificultad de tener rutas de transporte óptimos, la importancia de tener una fábrica eficiente y que en todo momento compense su capacidad de producción con la necesidad del cliente y la capacidad de almacenaje y suministro, la importancia cada vez

mayor de ser productivo disminuyendo los gastos de producción o la importancia de ser competitivo frente al resto de empresas del sector.

Con este juego esperamos que los jugadores sean capaces de aprender o al menos ser conscientes de las dificultades de la logística mientras pasa un rato divertido, y está claro, tratan de ser el mejor director de logística.

## **Referencias**

- Agulhon R., Bassino J. P., Boniface J. C., Brechbuhler Ch., Milaire H. G., Mouchart A., Roussel C. (1980). *Protection integree du vigne*. ITV-ACTA. Ed. Issoudun. Francia I, 148 pp. II 79 pp.
- Abt, C. (1970), *Serious Games*, New York: Viking Press, 1970.
- Connolly, T.M.; Boyle, E.A.; MacArthur, E.; Hainey, T. y Boyle, J. M. (2012) "A systematic literature review of empirical evidence on computer games and serious games" *Comput. Educ.*, vol. 59, pp. 661-686,
- Foster, A. (2008), "Games and Motivation to Learn Science: Personal Identity, Applicability, Relevance and Meaningfulness." *Journal of Interactive Learning Research*, vol. 19, pp. 597-614.
- Gee, J. P.(2009) "Deep learning properties of good digital games how far can they go?" in *Serious Games: Mechanisms and Effects*, U. Ritterfeld, M. J. Cody and P. Vorderer, Eds. Taylor & Francis, pp. 65-80.
- Green, S. y Bavelier, D. (2006) Effect of Action Video Games on the Spatial Distribution of Visuospatial Attention. *Journal of Experimental Psychology: Perception and Performance*, 32 (6) pp. 1465-1478.
- Gros, B., (2000) "La dimensión socioeducativa de los videojuegos". *EduTec. Revista Electrónica de Tecnología Educativa*, 12, 1-11. Available:<http://edutec.rediris.es/Revelec2/Revelec12/gros.html>
- Jarvinen, A. (2007). *Games without Frontiers, Theories and Methods for Game Studies and Design*. (PhD in Media Culture), University of Tampere, Finland.
- Michael, D. y Chen, S. (2006). *Serious Games. Games that educate, train and infoms*. Canadá: Thonsom
- Miller, C. T. (2008). *Games: purpose and potential in education (Vol. 1)*: Springer Verlag.
- Villa, A. y Poblete, M. (2011), "Evaluación de competencias genéricas: principios, oportunidades y limitaciones". *Bordón: Revista de Pedagogía*, 63(Nº 1), 2011, pp. 147-170.



## Proyecto IMAI- Innovación en la Materia de Acondicionamiento e Instalaciones. Plan BIM

Miguel Ángel Padilla-Marcos<sup>a</sup> y Alberto Meiss<sup>b</sup>

<sup>a</sup>Departamento de Construcciones arquitectónicas, I.T. y M.M.C. y T.E., Universidad de Valladolid, miguelangel.padilla@uva.es <sup>b</sup>Departamento de Construcciones arquitectónicas, I.T. y M.M.C. y T.E., Universidad de Valladolid, meiss@arq.uva.es

---

### **Abstract**

*The matter of “Acondicionamiento e Instalaciones” (HVAC and Building Services), despite its strong technical nature, lacks avant-garde technological resources that could ease the teaching activity and that could contribute with high-quality digital resources, thus improving the teaching-learning process. For the last years, deficiencies on the technical representation using cutting-edge digital tools have been detected on the students, which greatly conditions their ability to express specific ideas and concepts.*

*Building Information Modeling (BIM) is a set of last-generation tools that facilitate the virtualization of the building prior to the execution phase. These tools, already used by the students on other non-technical academic activities, have not been transferred to the matter of “Acondicionamiento e Instalaciones” yet, so there is a need to take part in this problem.*

*The IMAI Project proposes a comprehensive plan to train the course teachers in order that BIM tools are used by the students so that they apply the necessary digital skills through a mixed learning strategy by observation and repetition.*

*The achieved results demonstrate the high degree of implementation of the BIM tools in the teaching process of the course.*

**Keywords:** *ICT; technical and digital skills; BIM; virtual contents; lifelong learning program.*

---

### **Resumen**

*La materia de Acondicionamiento e Instalaciones, siendo de un fuerte carácter técnico, carece de medios tecnológicos de vanguardia que faciliten la actividad docente y que aporten recursos digitales de calidad, mejorando así el proceso de enseñanza-aprendizaje. Desde hace unos años, se han detectado deficiencias de los alumnos para la representación técnica mediante el empleo de herramientas digitales vanguardistas, lo que condiciona en gran medida la capacidad de expresar ideas y conceptos específicos.*

*El Building Information Modeling (BIM) es un conjunto de herramientas de última generación que facilitan la virtualización del edificio previa fase de ejecución. Estas herramientas, empleadas por el alumnado para las actividades académicas de otras áreas no técnicas, no han sido trasladadas a la materia de Acondicionamiento e Instalaciones por lo que se plantea la necesidad de tomar parte en esta problemática.*

*El Proyecto IMAI propone un Plan Integral para la formación del profesorado de la materia con el fin de que empleen las herramientas BIM para que el alumnado use las competencias digitales necesarias a través de una estrategia de aprendizaje mixto por observación y repetición.*

*Los resultados alcanzados demuestran el alto grado de implementación de las herramientas BIM en el proceso docente de la materia.*

**Palabras clave:** *ICT; competencias técnicas y digitales; virtualización de contenidos; BIM; programa de formación continuada.*

### **Introducción**

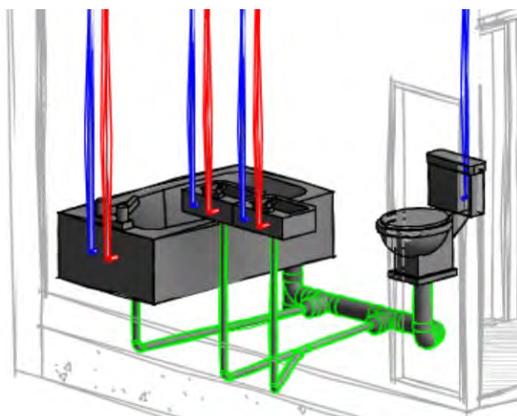
El uso eficiente de la información y la cooperación activa a través de la gestión y el intercambio de métodos docentes contribuyen a la actualización y profesionalización educativa de las tecnologías de edificación. Mediante el empleo de NUEVAS TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN (TIC) y el intercambio de conocimientos y experiencias se puede instrumentalizar el éxito para la consecución de soluciones técnicas vanguardistas que faciliten el acceso a su información (Jurado, 2016).

En los últimos años, se ha investigado el potencial de la aplicación Building Information Model (BIM) en modelos y diseños de edificios con claros objetivos de consecución de soluciones energéticamente eficientes. Se constató la barrera existente entre el conocimiento y su aplicación a la práctica profesional. El Proyecto de Innovación Docente desarrollado busca eliminar la barrera detectada mediante la implementación BIM en las actividades académicas

a desarrollarse en las 8 asignaturas constituyentes de la materia de Acondicionamiento e Instalaciones que se imparten en las titulaciones de: Grado en Fundamentos de la Arquitectura y Máster en Arquitectura impartidas en la Escuela Técnica Superior de Arquitectura de la Universidad de Valladolid. Aunque se plantea para una materia concreta involucrando al profesorado directamente relacionado con su didáctica, se propone un proyecto transferible al resto de materias y asignaturas técnicas universitarias.

El entorno educativo actual de la Escuela Técnica Superior de Arquitectura de la Universidad de Valladolid cuenta con suficientes medios técnicos para el desarrollo de las competencias tecnológicas del alumnado. Sin embargo, las instalaciones y medios materiales se encuentran infrutilizados por la falta de instrucción y adoctrinamiento del equipo docente en este tipo de dispositivos y metodologías. El proyecto IMAI (Innovación en Materia de Acondicionamiento e Instalaciones) está orientado a la mejora de la didáctica técnica. Éste utiliza los recursos dispuestos en el Centro para la consecución de los objetivos utilizando MÉTODOS DE APRENDIZAJE BASADO EN PROYECTOS Y EN LA RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS TÉCNICOS empleando las TIC (Moreno Navarro, 2001).

**Figura 1 Esquema tridimensional de instalaciones de fontanería**



Para este fin, se propone la formación del equipo de docentes en un ámbito INNOVADOR en el conjunto de Escuelas de Arquitectura Nacionales, en cuyo plan director se enmarca la Universidad de Valladolid (UVa), donde el alumnado es el beneficiario potencial y cuyo resultado esperado es su PROFESIONALIZACIÓN VANGUARDISTA aplicando competencias avanzadas en TIC.

El desarrollo del Proyecto de Innovación Docente presentado se propone en tres fases consecutivas cuyos objetivos serán contrastados mediante sucesivos procesos de evaluación según se trate de:

- Acción Inicial: autoformación del equipo docente, inicialmente consistente en la formación autodidacta del coordinador del Proyecto para la posterior selección y docencia de aquellas instrucciones y herramientas. Debido a las dificultades identificadas se procede a la formación del equipo por parte de un profesional en la materia;

- Acción Intermedia: propuesta de aplicación práctica en el aula y procedimientos de verificación de adquisición de competencias por parte del alumnado y;

- Acción Final: consolidación, mejora y adecuación.

Los objetivos que se presentan, configuran la intención del proyecto de innovación, los cuales son factibles y acotados a las capacidades y conocimiento del profesorado que requiere de formación complementaria para la correcta didáctica mediante los recursos involucrados. El fin último radica en la eliminación de la barrera profesional del alumnado egresado en el ámbito de la virtualización de los contenidos técnicos impartidos en las titulaciones técnicas.

Los objetivos pueden ser resumidos según:

- Objetivo 1: Eliminar la barrera del conocimiento profesional existente entre el ámbito docente y discente generado por la utilización de recursos TIC y la virtualización mediante BIM en las asignaturas de Acondicionamiento e Instalaciones en Arquitectura.
- Objetivo 2: Crear un método didáctico para la impartición de los contenidos técnicos en Arquitectura, basado en la utilización de las Nuevas Tecnologías en la Educación adaptadas al Aula y que sea transferible al resto de Asignaturas y Materias Técnicas Universitarias.
- Objetivo 3: Emplear los recursos tecnológicos con que cuenta la Universidad de Valladolid para la consolidación de un modelo de enseñanza-aprendizaje sostenible económica y socialmente.
- Objetivo 4: Mejorar las competencias didácticas del profesorado involucrado en un ámbito de innovación estratégica Nacional.
- Objetivo 5: Redactar estrategias de consolidación de conocimientos técnicos a través de la virtualización de entornos teórico-prácticos.

Los resultados objetivados en la consecución de competencias avanzadas del alumnado promoverán la mejora de la incorporación laboral de los futuros titulados debido a la obtención de competencias complementarias como recurso tecnológico de vanguardia. Se mejorará así la competitividad del alumnado egresado (Zaragoza Angulo, 2016). No obstante, la propuesta propondrá la transferencia de conocimiento interuniversitario de los resultados y de aquellas mejoras realizadas en las competencias básicas y específicas del alumnado.

El resultado esperado es la mejora de las competencias técnicas del alumnado en un entorno tecnológico de vanguardia en consonancia con el EEES garantizando la capacidad de

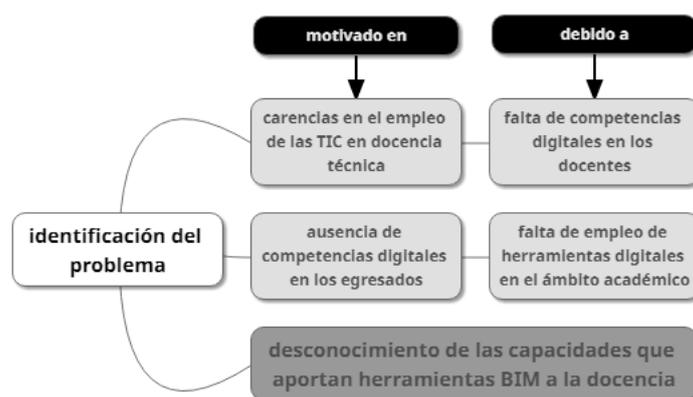
aprendizaje continuado y permanente, las competencias emprendedoras y la competitividad general del alumnado profesionalizado (Jurado Egea, 2015).

## Metodología

El Proyecto IMAI propone la innovación educativa basada en la necesidad de mejora de las COMPETENCIAS TECNOLÓGICAS y DIGITALES del alumnado en las asignaturas técnicas de la materia: Acondicionamiento e Instalaciones justificándose así la implementación de los recursos y herramientas BIM para la consecución del diseño energéticamente eficiente de los edificios.

Se ha comprobado que un elevado número de los alumnos egresados en titulaciones técnicas abandonan los programas de formación continuada una vez salen al mercado laboral. En los últimos tiempos en los que las Nuevas Tecnologías y las TICs evolucionan notablemente desvinculando en muchas ocasiones la formación académica de las herramientas técnicas con que el alumnado egresado cuenta. Es por ello por lo que se propone la actualización y formación del profesorado participante en estrategias tecnológicas y de la información avanzadas para la mejora del PROCESO DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE. El fin radica en la consecución de unas competencias tecnológicas complementarias, por parte del alumnado, a las de las titulaciones relacionadas, de forma que habiliten al alumnado a la formación continuada a lo largo de su vida profesional, lo que constituye un claro enriquecimiento personal y profesional.

Figura 2 Evaluación inicial del problema. Necesidades que fundamentan el proyecto



La metodología seguida se compone de una secuencia de análisis inicialmente basados en hipótesis fundamentadas en comentarios y conversaciones privadas en el entorno tecnológico, todas ellas centradas en la necesidad de desarrollo de una metodología didáctica

contemporanea. Esta metodología se asume como compuesta por una secuencia de contenidos teóricos y prácticos elaborados de forma digital, haciéndose uso de competencias digitales de los docentes. El estado de desarrollo de las competencias del profesorado interviniente en los procesos académicos y didácticos en materia de aplicación de las Nuevas Tecnologías para el desarrollo de contenidos digitales y la virtualización de los mismos es desconocido hasta el momento. Posteriormente, se plantean una serie de acciones a desarrollarse que implican a los diferentes agentes intervinientes en el proceso formativo (**Tabla 1**).

**Tabla 1. Acciones del Proyecto de Innovación IMAI**

<b>Acción</b>	<b>Resultado esperado</b>
<b>Acción 0.- Encuesta de capacitación (3 cuestionarios).</b>	Análisis de resultados obtenidos en la encuesta.
<b>Acción 1.- Preparación, organización y formación autodidacta inicial del coordinador en materia BIM.</b>	Formación inicial genérica en BIM para la organización del resto de actividades acordes a los objetivos y resultados del Proyecto de Innovación.
<b>Acción 2.- Formación específica del equipo de profesores en materia BIM aplicada a las áreas técnicas de acondicionamiento e instalaciones en los edificios.</b>	Formación completa en BIM del profesorado participante, según las necesidades detectadas por el coordinador en la Acción 1.
<b>Acción 3.- Aplicación de las estrategias de diseño BIM en el aula.</b>	Aplicación de las herramientas BIM en las actividades prácticas a realizarse en el aula de las asignaturas componentes de la materia de Acondicionamiento e Instalaciones, impartidas en la ETS de Arquitectura.
<b>Acción 4.- Definición de las actividades docentes a realizarse por el alumnado mediante el empleo total o parcial de las herramientas BIM.</b>	Colección de ejercicios y prácticas para su realización mediante herramientas BIM y la virtualización de la ejecución del edificio.
<b>Acción 5.- Elaboración del PROTOCOLO de transferencia y difusión.</b>	PROTOCOLO de transferencia de conocimiento entre materias y asignaturas técnicas.
<b>Acción 6.- Propuesta de un Plan de Formación Continua específico para los egresados en años precedentes.</b>	Plan de Formación Continua para los alumnos egresados en años precedentes y guía de seguimiento para los alumnos a titularse en años sucesivos.

Fuente: elaboración propia

La metodología planteada persigue evaluar el estado en el que se encuentran las competencias digitales en relación a la aplicación BIM en el aula y su repercusión sobre el desempeño laboral de los ya egresados. Para ello, se desarrolla un cuestionario con tres versiones (docente; discente; egresado) que son facilitados entre la comunidad académica y cuyos resultados pueden ser fácilmente relacionados. Asimismo, se cuestiona la necesidad e interés de estos procesos de digitalización y virtualización, así como la previsión de que los modelos BIM sean de aplicación real sobre los modelos académicos y profesionales.

El cuestionario (**Figura 3**) consta de 2 partes. La primera parte integra información relacionada con el desempeño según su perfil (docente; discente; egresado). Esta información servirá para clasificar y catalogar el conjunto de formularios en familias. La segunda parte consta de 20 preguntas que relacionan el grado de conformidad de la persona cuestionada con las afirmaciones efectuadas. El nivel de satisfacción varía entre 0 y 10, donde 0 es nada de acuerdo y 10 totalmente de acuerdo. Cada pregunta puede ser dejada en blanco en el caso de que la pregunta no se ajuste al perfil o que en su caso no se disponga de conocimiento o información relativa a la cuestión. A su vez, la segunda parte correspondiente con las cuestiones se subdividen en 3 subapartados que cuestionan: formación y desempeño de competencias particulares en el empleo de herramientas BIM (10 preguntas); opinión sobre el estándar BIM, su desarrollo, funcionalidad y futuro (5 preguntas) y; opinión con respecto a el uso y funcionalidad del estándar BIM en la docencia de las enseñanzas técnicas (5 preguntas).

Los resultados de la encuesta proporcionan información relativa al grado académico alcanzado y es relacionado con las competencias digitales a aplicarse en el desarrollo profesional de los mismos mediante el grado de conocimiento y empleo de herramientas de virtualización para el proyecto de edificación en sus diferentes fases (estándar BIM). Además, se evalúa el nivel de aficción que tiene la docencia de las asignaturas técnicas sobre las competencias tecnológicas y digitales y su impacto en el alumnado. Asimismo, se evalúa la opinión personal del alumnado, egresados y docentes en relación a la herramienta, con el fin de descartar un posible fenómeno de incompatibilidad entre NECESIDAD TEÓRICA PROPUESTA Y NECESIDAD REAL. Una vez evaluada la totalidad de cuestionarios que componen la encuesta, los resultados obtenidos demuestran la necesidad de emprender medidas que solventen la problemática y que den respuesta a las necesidades del alumnado a través de la intervención en el equipo docente. Esto es, culminada la fase inicial de evaluación del problema se pasaría a la ejecución de formación específica adaptada al profesorado sobre el que recaerían las medidas pasivas de inclusión de las competencias TECNOLÓGICAS y DIGITALES en el alumnado mediante el aprendizaje por imitación de aquello que es empleado en el aula y en las actividades académicas.

Figura 3 Encuesta sobre conocimiento y aplicación de herramientas BIM (versión docente)

**Proyecto IMAI- Plan BIM**

ENCUESTA SOBRE CONOCIMIENTO Y APLICACIÓN DE HERRAMIENTAS BIM EN LA DOCENCIA DE LA ARQUITECTURA  
(versión docente)

Titulación:  arquitecto/a  ingeniero/a  otro/a Doctor/a:  Sí  No

Año de incorporación como docente:

Área de conocimiento/especialización:

<input type="checkbox"/> construcción	<input type="checkbox"/> estructuras	<input type="checkbox"/> instalaciones	<input type="checkbox"/> proyectos
<input type="checkbox"/> representación	<input type="checkbox"/> teoría proy.	<input type="checkbox"/> urbanismo	<input type="checkbox"/> otro

Docencia:  mayoritariamente teórica  mayoritariamente práctica

Figura académica:  asociado/a  ayudante  contratado/a  titular  catedrático/a

Carga docente anual (aproximada):  < 90 h  < 150 h  < 210 h  ≥ 210 h

Valora de 0 a 10 tu grado de conformidad con las siguientes afirmaciones, sabiendo que 0 es que no estás nada de acuerdo y 10 es que estás totalmente de acuerdo

1. Tengo un **elevado nivel** de competencia digital general (uso de ordenador, tabletas y otros terminales móviles).
2. Tengo un **elevado nivel** de competencia digital con fines docentes (uso de presentaciones multimedia, programas informáticos técnicos, aplicaciones docentes móviles, etc).
3. Conozco **qué es BIM y todas las capacidades** que aporta al desarrollo, ejecución, gestión y mantenimiento del proyecto arquitectónico.
4. Tengo **alta formación** en BIM.
5. Como profesional, uso BIM para la **representación** del proyecto arquitectónico.
6. Como profesional, uso BIM en la fase de **ejecución** del proyecto arquitectónico.
7. Como profesional, uso BIM para la **gestión y el mantenimiento** del proyecto arquitectónico.
8. Como docente, uso BIM como herramienta académica **en el aula**.
9. Como docente, uso BIM como herramienta académica **para preparar contenidos** teóricos, prácticos o laboratorios.
10. Como docente, necesito **ampliar mis competencias** en BIM.

1. Creo que las herramientas BIM **coartan la capacidad innovadora** y la creatividad.
2. Creo que BIM ha adquirido una **innecesaria importancia**.
3. Creo que BIM **será indispensable** en un plazo inferior a 5 años.
4. Creo que BIM **aporta eficiencia** al desempeño profesional pero no al docente.
5. Creo que se usa BIM porque **permite aprovechar sus capacidades con distintos fines**.

1. Se requiere **formación** en BIM aplicado a los **docentes**.
2. La docencia con herramientas BIM **mejora la atención** del alumnado.
3. La docencia con herramientas BIM **desarrolla competencias innovadoras** en el alumnado.
4. El uso de las herramientas BIM mejoran las **competencias docentes** del profesorado.
5. El alumnado valora positivamente que el **profesorado conozca y emplee** modelos realizados en BIM en sus exposiciones y actividades académicas.

## **Proceso de aprendizaje del profesorado**

El método de aprendizaje del profesorado consistirá en el análisis previo de los resultados obtenidos en la fase de encuestación. En esta fase, el profesorado detectará aquellas necesidades específicas del alumnado y de los ya egresados para ser analizadas previa formulación de propuestas específicas de formación. No obstante, el proceso de aprendizaje se basará en un modelo de preguntas (problema)-solución en base a los contenidos propios de las materias impartidas empleando para ello las herramientas BIM de que se disponen. Esto es, El enfrentarse con problemas reales que requieren de soluciones tecnológicas ha sido satisfecho hasta el momento mediante técnicas poco digitales. El empleo de las herramientas BIM para la solución a los problemas propiciará dar respuestas tecnológicas existentes pero con modelos digitales que ayudarán en los procesos de simulación y cálculo numérico.

Especial atención merece el abordaje del empleo de las herramientas BIM novedosas que pueden llegar a desplazar técnicas docentes tradicionales de las áreas técnicas. Estas materias requieren de un « saber hacer » acorde a la técnica y que es inherente al proceso formativo convencional. El empleo de herramientas BIM sin el conocimiento precedente de las técnicas de evaluación, cálculo o dimensionado de determinadas prescripciones facultativas puede provocar la falsa sensación de conocimiento y maestría por la elevada tecnificación que aportan estas herramientas. Esto puede devenir en problemas de seguridad, uso o utilización para el usuario final.

## **Impacto y repercusión**

Las competencias didácticas del profesorado a desarrollarse por el presente proyecto serán las específicas de los ámbitos digitales y la virtualización de contenidos que en la actualidad no se encuentran completamente satisfechas.

Se plantea que el Proyecto IMAI tenga una elevada repercusión en el ámbito institucional de la Universidad de Valladolid mediante la creación de un método transferible al resto de materias y asignaturas técnicas, especialmente aquellas relacionadas con la edificación. Este método se centrará en la formalización de un PROTOCOLO de adaptación a través del cual otras materias puedan beneficiarse de las tareas de innovación educativa a través de la reproductividad de sus procedimientos y estrategias de acercamiento del alumnado a las Nuevas Tecnologías y a las Tecnologías de la Información y la Comunicación en los entornos profesionales de los egresados.

Además del citado PROTOCOLO, se propone la difusión del mismo como resultado de la investigación y la consecuente innovación transfiriendo el conocimiento al resto de escuelas de Arquitectura interesadas en su aplicación. Esta difusión actualmente se encuentra en estudio debido a las dificultades encontradas en el proceso. No obstante, el propio PROTOCOLO

sentará las bases de futuras actuaciones en otros Centros Académicos fijando las estrategias de actuación. Estas líneas se fijarán además para la propuesta de un Plan de Formación Continua para aquellos alumnos egresados que quieran ampliar sus competencias digitales mediante la realización de actividades de formación orientadas a la utilización de las herramientas BIM aplicadas a las materias tecnológicas, y especialmente a la materia de Acondicionamiento e Instalaciones.

Del mismo modo, se propone la difusión de los resultados y la exposición del procedimiento llevado a cabo en los foros nacionales e internacionales que suponen la cualificación del proyecto de innovación IMAI así como su difusión científica.

### **Conclusiones**

Los resultados del Proyecto IMAI serán fácilmente evaluables y contrastables ya que la consecución secuencial de los mismos implicará la consecución de la totalidad de los objetivos. No obstante, como marcadores objetivos que puedan cuantificar la consecución de los resultados alcanzados, **SE PREVE LA DEMOSTRACIÓN DE LOS RESULTADOS A TRAVÉS DEL ALUMNADO QUE ES EL MOTIVADOR FUNDAMENTAL DE LA PROPUESTA** a quien va dirigida. Éste justificará la consecución de las competencias digitales hacia las que se dirige la propuesta mediante la realización de las actividades prácticas programadas en las asignaturas para las que se dirigen las actuaciones.

Un indicador objetivo será el empleo de la herramienta BIM aplicada a los contenidos teórico-prácticos de la materia por un mínimo del 30% del alumnado matriculado y participante en las actividades académicas de curso, lo que implicará el éxito del Proyecto que promueve la implementación de herramientas novedosas a la par que vanguardistas. Se demostrará así la utilidad de las herramientas BIM, así como la idoneidad del Proyecto, ya que en la actualidad **NINGÚN ALUMNO HA DESARROLLADO SUS ACTIVIDADES ACADÉMICAS EMPLEANDO LAS CITADAS HERRAMIENTAS EN LA MATERIA.**

Asimismo, el seguimiento de las actividades y actuaciones del Proyecto IMAI se realizará a través de la consecución de hitos intermedios que demuestren el grado de desarrollo del mismo. Dichos marcadores definirán categóricamente la calidad del Proyecto así como su transferencia al resto de materias técnicas de las titulaciones también técnicas.

El control intermedio y continuado de la viabilidad del Proyecto será llevado a cabo mediante la verificación del uso de las herramientas por parte del alumnado en aquellas actividades prácticas a desarrollarse durante el curso académico. Las entrevistas personales con los alumnos, así como los resultados intermedios previstos aportarán de suficiente información

a los participantes en el Proyecto como para reconducir la propuesta hacia los intereses, necesidades y dificultades del alumnado y facilitar así su corrección antes de la finalización del Proyecto.

## **Referencias**

- Jurado J. (2016). Aprendizaje integrado en Arquitectura con modelos virtuales, Tesis doctoral Madrid: ETSAM.
- Moreno Navarro, J.L., Casals Balagué, A. (2001) Las estrategias docentes de la construcción arquitectónica. *Informes de la Construcción*, 53, 1-19.
- Zaragoza Angulo, J.M., Morea Núñez, J.M. (2016) Guía práctica para la implantación de entornos BIM en despachos de arquitectura e ingeniería. 120 pp.
- Jurado Egea, J., Liébana Carrasco, Ó., & Gómez Navarro, M. (2015) Uso de BIM como herramienta de Integración en Talleres de Tecnología de la Edificación. In M. B. Fuentes Giner & I. Oliver Faubel (Eds.), *EUBIM 2015 Congreso Internacional BIM* (pp. 13–23). Valencia: Universitat Politècnica de València.



## **Desarrollo BIM de un proyecto industrial en el contexto de un Trabajo de Fin de Grado colaborativo.**

### **BIM development of an industrial project in the context of a collaborative End of Degree Project.**

**Patricia Zulueta Pérez<sup>a</sup>, Moisés Blanco Caballero<sup>b</sup>, Alberto Sánchez Lite<sup>c</sup> e Ignacio Alonso Fernández-Coppel<sup>d</sup>**

<sup>a</sup>Universidad de Valladolid/Escuela de Ingenierías Industriales, [pzulueta@eii.uva.es](mailto:pzulueta@eii.uva.es), <sup>b</sup>Universidad de Valladolid/Escuela de Ingenierías Industriales, [moisesbc@uva.es](mailto:moisesbc@uva.es), <sup>c</sup>Universidad de Valladolid/Escuela de Ingenierías Industriales, [asanchez@eii.uva.es](mailto:asanchez@eii.uva.es), <sup>d</sup>Universidad de Valladolid/Escuela de Ingenierías Industriales, [ignacio.alonso.fernandez-coppel@uva.es](mailto:ignacio.alonso.fernandez-coppel@uva.es).

---

#### ***Abstract Times New Roman 11***

*This research constitutes a new phase in the implementation of the Building Information Modeling (BIM) methodology at the Industrial Engineering School (EII, in its Spanish acronym) of the University of Valladolid. In this case, the main objective is establishing a process to do the End of Degree Project in a group, shared and collaborative way within a BIM environment. This proposal is focused on the real essence of the BIM methodology, which is its collaborative power. If we did not have used that characteristic, we would not reach a conceptually comprehensive project at all, and we would always be in isolated partial phases of BIM. Along the whole process we have applied a collaborative learning system, which had been used before in the teaching of technical projects along with an intern collaborative methodology used by teachers. In order to materialize the experience we have set up an interdisciplinary team integrated by four students from different Degrees titles of the EII, who will elaborate BIM models and required documents to develop a whole industrial project. Those subprojects will eventually form the End of Degree Projects.*

**Keywords:** *BIM Methodology, collaborative methodologies, technical projects, End-of-degree Project.*

---

### **Resumen**

*Este estudio constituye una nueva etapa del proceso de implantación de la metodología BIM (Building Information Modeling) en la Escuela de Ingenierías Industriales (EII) de la Universidad de Valladolid. En este caso lo que se pretende conseguir, como innovación educativa, es el establecimiento de un proceso de Trabajo Fin de Grado (TFG) grupal, compartido y colaborativo en un entorno BIM. La presente propuesta queda ampliamente justificada al centrarse en la verdadera esencia de dicha metodología que es su gran poder colaborativo. Sin hacer uso de esta característica propia de este sistema, no se llegaría a alcanzar en ningún caso un proyecto conceptualmente integral, permaneciendo en todos los casos en etapas parciales de BIM. Durante todo el proceso se ha aplicado un sistema de aprendizaje colaborativo, utilizado con anterioridad en la docencia de proyectos técnicos, junto a una metodología colaborativa interna entre los docentes implicados. Para la materialización de la experiencia, se ha formado un equipo interdisciplinar de cuatro alumnos, de diferentes titulaciones de grado de la EII, que elaborará los modelos BIM y el resto de documentación requerida para desarrollar un proyecto industrial completo. El trabajo final estará constituido por los subproyectos que constituirán los TFGs.*

**Palabras clave:** *Metodología BIM, metodologías colaborativas, proyectos técnicos, Trabajo de Fin de Grado.*

### **Introducción**

El presente trabajo se enmarca dentro de las directrices de un Proyecto de Innovación Docente en desarrollo, llevado a cabo durante el curso 2017-2018, titulado *Desarrollo colaborativo de Trabajos Fin de Grado en un entorno BIM (Building Information Modeling)*, cuyos participantes constituyen el equipo docente autor de este estudio.

Subiendo un escalón más en el proceso de implantación de la metodología BIM en la Escuela de Ingenierías Industriales (EII) de la Universidad de Valladolid (Blanco, Zulueta, Alonso, Sánchez, 2017), en esta nueva fase de búsqueda de puntos de encuentro entre la incorporación de las habilidades inherentes a la metodología BIM y las prácticas educativas, se pretende establecer, como innovación, una línea de trabajo grupal para Trabajos de Fin de Grado (TFGs) realizados en un entorno BIM. Analizando los resultados obtenidos de la realización de TFGs encuadrados en BIM de cursos precedentes, se ha llegado a la conclusión de que, una vez adquiridas las habilidades y destrezas individuales propias de este método en materia de proyectos por parte de los estudiantes, resulta necesario comenzar

una nueva etapa, la del TFG realizado en equipo, compartido y colaborativo, estableciendo un flujo de trabajo eficiente entre todos los agentes implicados.

En las enseñanzas de Grado en Ingeniería Industrial el Trabajo Fin de Grado, incluido dentro de la formación obligatoria marcada por el Espacio Europeo de Educación Superior (EEES), posee unos objetivos y desarrollo de competencias clave para el estudiante en su formación técnica. La respuesta del alumno respecto al modo de enfrentarse al reto marcado en el Trabajo Fin de Grado (Rodríguez, 2011), el planteamiento por parte del docente (Pueyo, Sánchez, Pastor, Ortín, Lara, Bujosa, Oliva, 2008) y su evaluación (Villamañe, 2017) son elementos clave.

En la guía docente de la asignatura TFG de los grados de Ingeniería Industrial de la Universidad de Valladolid, se indica que el trabajo *“será desarrollado y defendido individualmente sin perjuicio de que, excepcionalmente, y cuando el tema elegido así lo aconseje, pueda ser elaborado en colaboración con otros estudiantes”*. En este sentido, la presente propuesta de TFG grupal queda ampliamente justificada al centrarse en la verdadera esencia de la metodología BIM que es su gran poder colaborativo. Sin hacer uso de esta característica propia del sistema, no se llegaría a alcanzar en ningún caso un proyecto conceptualmente integral, permaneciendo en todos los casos en etapas parciales de BIM (Succar, 2005).

Durante todo el proceso se ha aplicado un sistema de aprendizaje colaborativo de extenso recorrido en la docencia de proyectos técnicos. Se está aplicando asimismo, una metodología colaborativa entre los docentes implicados, llevándose a cabo el proceso de manera conjunta y simultánea por los cuatro profesores integrantes del equipo, mediante unos principios específicos de colaboración interna, para conseguir los objetivos propuestos.

Para la materialización de la experiencia, consistente en la realización de un Trabajo de Fin de Grado grupal y colaborativo, se conforma un equipo interdisciplinar de cuatro alumnos de distintas titulaciones de grado de la EII que elaborará los modelos BIM y el resto de documentación requerida para desarrollar un proyecto completo. El trabajo final estará constituido por los subproyectos que constituirán los TFGs.

El proyecto consistirá en la intervención sobre un conjunto industrial existente perteneciente al Patrimonio Industrial español, la Fábrica de Harinas situada sobre el río Pisuerga en el municipio de Simancas de la provincia de Valladolid. El conjunto está constituido por un edificio principal -la propia fábrica- de cuatro plantas y sótano, y dos edificios auxiliares -almacenes y paneras-, interviniendo en este trabajo únicamente en el edificio principal (Figura 1)

El Modelado BIM es un sistema colaborativo que actualmente está plenamente desarrollado en el diseño y la gestión de las industrias involucradas en el sector de la Arquitectura, Ingeniería y Construcción (AEC). Sin embargo, en el ámbito de las intervenciones en el Patri-

monio Cultural y Arquitectónico, son muy pocos los estudios dedicados a gestionar modelos de información (Nieto, Moyano, Rico, Antón, 2016).

Según se extrae del Plan Nacional del Patrimonio Industrial, debido a la diversidad de circunstancias que concurren en el hecho industrial y su patrimonio, se produce la reconciliación entre los campos de las ciencias y las humanidades gracias a la necesaria interdisciplinariedad que requiere su estudio. La industrialización como proceso histórico permite la conexión de la historia contemporánea española con la Europa surgida de la revolución científica y de la Ilustración. El patrimonio industrial, incluyendo en él sus bases científicas, sus procedimientos y técnicas, los conflictos sociales y medioambientales, sus contenidos simbólicos y sus extraordinarios paisajes, emergen como un yacimiento de recursos culturales dotado de enorme potencia y visibilidad, para actuar como un eje estructurante de acciones de investigación, creación, difusión y dinamización económica (Plan Nacional de Patrimonio Industrial, 2015).

Por todo ello estamos profundamente convencidos de que resulta fundamental, desde nuestro contexto académico de la EII, plantear unas prácticas educativas basadas en una intervención respetuosa en un edificio de estas características y manifestar lo adecuado de la metodología BIM en este tipo de intervenciones.

## **Objetivos**

Como se ha explicado, el objetivo principal que nos han guiado a la hora de formalizar el presente proyecto de innovación es el establecimiento de una metodología de trabajo grupal para TFGs realizados en un entorno BIM, integrando al estudiante de ingeniería en un proceso BIM conceptualmente completo durante la realización del TFG. Para ello será necesario recorrer todas las etapas necesarias para la consecución de un proyecto integral, así como consolidar el concepto de BIM como una metodología proyectual colaborativa y no como la adopción de una determinada tecnología.

En este entorno es indispensable organizar el método de gestión de la información en un contexto de colaboración entre los agentes intervinientes y desarrollar un espíritu colaborativo y un comportamiento ético durante los procesos de debate y discusión.

Mediante el impulso del conocimiento de las nuevas herramientas tecnológicas que se están imponiendo en el mundo de la ingeniería se espera, igualmente, fomentar la adquisición de competencias de carácter técnico y las referentes a la capacidad de planificación, colaboración, coordinación y gestión, así como integrar conocimientos y habilidades y adquirir madurez como paso previo a la vida profesional.

Al finalizar la experiencia, tras la exposición y defensa de los TFGs, se evaluará los resultados para la mejora de la adquisición de conocimientos y competencia en enseñanza de proyectos técnicos.

Durante todo el proceso se espera asimismo, evaluar la influencia del establecimiento de una metodología colaborativa entre los docentes implicados.

### **Metodología**

La planificación establecida para llevar a cabo este trabajo, se compone de 15 fases consecutivas que comenzaron en el mes de septiembre de 2017 y terminarán en los meses de junio o julio de 2018 y se pueden concretar en las siguientes:

1. Primera reunión de coordinación del equipo docente, con el planteamiento del método colaborativo a llevar a cabo y toma de decisiones sobre la tipología de proyecto a desarrollar en el TFG grupal.
2. Establecimiento de la metodología colaborativa entre docentes (tutores de TFGs).
3. Publicación en la web de la EII de las propuestas de TFG.
4. Selección de material, bibliografía de apoyo y software BIM, consecución de un repositorio y de una red en la nube de comunicación eficiente entre el grupo.
5. Formalizar los acuerdos de tutelas, asignando los subproyectos del proyecto integral previsto a los alumnos interesados en participar. Los estudiantes implicados pertenecen a las titulaciones de grado en Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo de Producto, Ingeniería Mecánica e Ingeniería Eléctrica.
6. Segunda reunión de coordinación del equipo docente para realizar un análisis global a la vista del número de estudiantes implicados y su especialización según el grado cursado.
7. Elaboración de un Plan de Ejecución BIM (PEB).
8. Primera reunión del equipo completo: docentes y alumnos.
9. Establecimiento de la metodología de compartición de trabajo propia de BIM a través de la nube para conseguir un flujo de trabajo compartido eficiente, sincronizado en tiempo real, en distintas ubicaciones, a través de un proyecto central y subproyectos.
10. Elaboración de TFGs.
11. Seguimiento mediante tutorías individuales y grupales.
12. Reuniones de coordinación y puntos de revisión.
13. Finalización y presentación de TFGs.
14. Evaluación de los resultados.

#### 15. Comunicación, exposición y presentación de los trabajos.

En el momento actual nos encontramos inmersos en la fase 10.

Durante la primera fase es en la que se decidió qué tipología de edificio era adecuada para la intervención. Las premisas de partida, por el entorno académico en el que nos encontramos, eran las de un proyecto industrial para trabajar con BIM. Hasta el momento nos habíamos centrado en los TFGs individuales sobre edificios de planta nueva o sobre aquellos otros, actuales, sobre los que teníamos acceso a documentación básica en 2D. Nos pareció oportuno, el intentar trabajar sobre un edificio existente perteneciente al Patrimonio industrial de nuestra Provincia como es la fábrica de harinas ubicada en el municipio de Simancas.

A partir de este momento los profesores implicados comenzamos a preparar detalladamente las prácticas educativas a llevar a cabo durante todo el proceso, que culminó con la formalización de un Plan de Ejecución BIM (PEB), en el cual se especificaba minuciosamente la asignación de los usos de BIM, roles y responsabilidades, entregables, tipos de modelos, versiones de software, planificación temporal mediante fases e hitos, trabajo colaborativo previsto, etc. Toda la documentación de planificación e información que se generó durante estas fases previas se colocó para acceso de todo el equipo, estudiantes y tutores, en servicios de alojamiento de archivos multiplataforma en la nube.

Asimismo, los docentes implicados realizamos tareas previas de búsqueda de documentación en archivos y en el Ayuntamiento de la localidad con resultados prácticamente nulos. Se encontró una documentación básica en una publicación sobre las fábricas de harina de la provincia de Valladolid que ha servido, únicamente, como orientación inicial para el levantamiento a realizar (Figura 2).

Se ha llevado a cabo, junto con los alumnos, un exhaustivo trabajo de campo realizando mediciones con aparatos topográficos para obtener medidas reales del edificio y cotas del terreno circundante y poder realizar el modelado BIM del estado actual del edificio industrial, etapa en la que nos encontramos actualmente, junto al análisis de usos y alternativas posibles.

### **Resultados**

En el momento en que nos encontramos, los resultados son parciales puesto que el proceso está en curso, de manera que se han completado 9 de las 15 acciones previstas expuestas en el apartado anterior, estando inmersos actualmente en las fases de modelado de estado actual del edificio de la fábrica de harinas y de evaluación de alternativas.

Una vez concluido el proceso completo se esperan obtener los siguientes resultados:

- ✓ Alcanzar un aprendizaje eficaz y permanente en los estudiantes en materia de proyectos técnicos y en la metodología BIM.
- ✓ Conseguir que el alumno egresado esté preparado para formar parte de un equipo de trabajo profesional pluridisciplinario.
- ✓ Mejorar el posicionamiento actual de la Escuela de Ingenierías Industriales de la Universidad de Valladolid en cuanto a la implantación de BIM en la enseñanza de grado dentro de las universidades públicas españolas.
- ✓ Consolidar BIM como filosofía de trabajo en materia de proyectos en la EII, tanto en intervenciones de nueva planta, como en la remodelación y mejora de edificios existentes, o en la rehabilitación de edificios históricos.
- ✓ Llevar a cabo por parte del equipo docente unas prácticas educativas suficientemente eficaces, motivadoras e innovadoras para lograr que los futuros ingenieros formados en nuestra escuela, alcancen el necesario y obligado nivel de formación en esta nueva filosofía de trabajo imperante en el mundo del proyecto. Ese horizonte, cercano, ha sido fijado en el presente año 2018 por la Comisión BIM creada por el Ministerio de Fomento, estableciendo que a partir de esa fecha los proyectos oficiales del sector AEC (Arquitectura, Ingeniería y Construcción) deberán realizarse mediante la citada metodología.

## **Conclusiones**

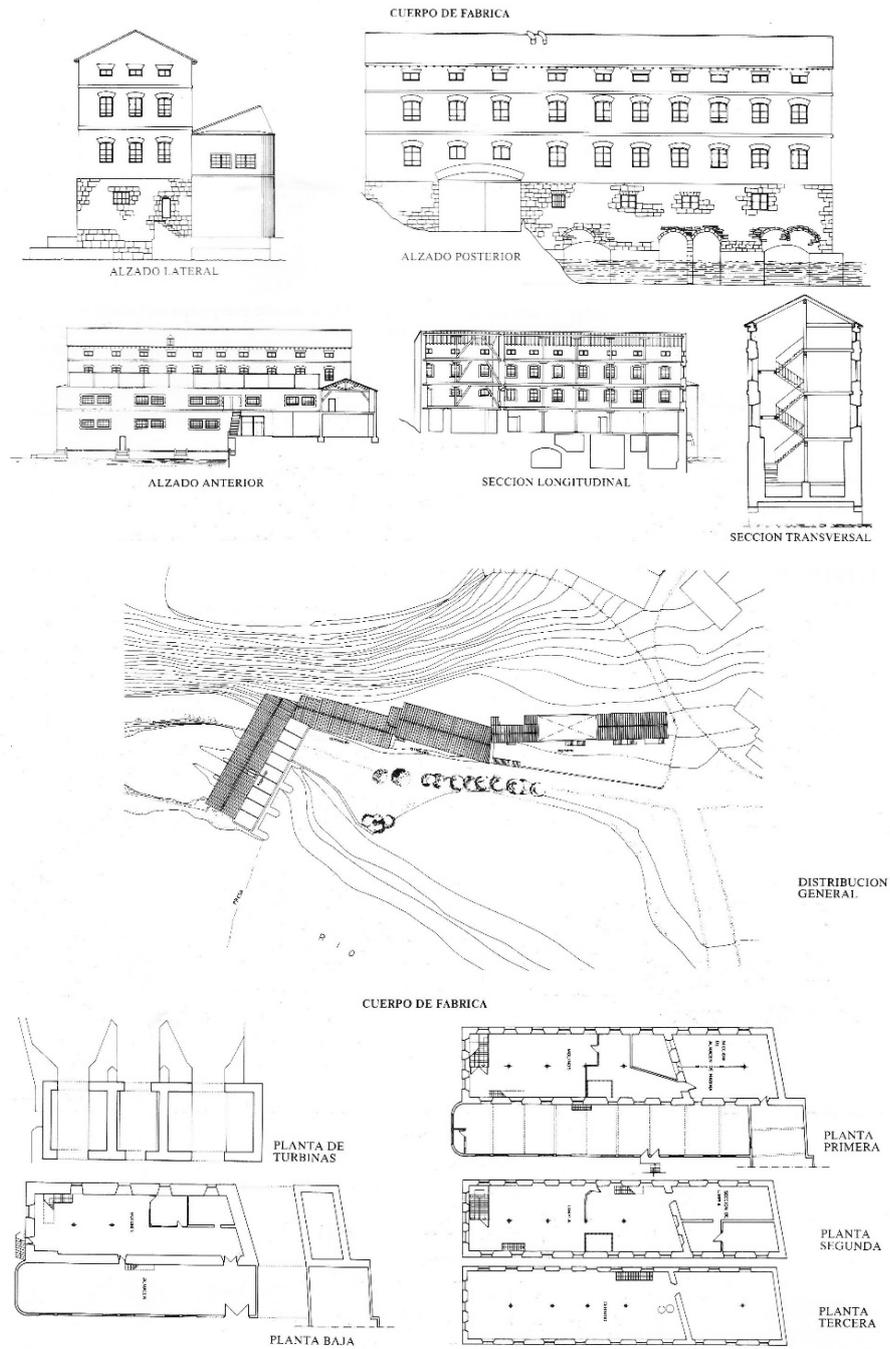
En el momento en el que se realiza este trabajo no está concluido el presente proyecto de innovación, por lo cual no se han extraído conclusiones finales concretas. Sin embargo tras las etapas del trabajo ya concluidas se valora muy positivamente el establecimiento un flujo de trabajo eficiente. Un trabajo de estas características asegura la adquisición de las competencias generales que figura en las guías docentes de los TFgs de las diferentes titulaciones de la EII, entre las que figura el trabajo en equipo, así como las competencias específicas que podríamos sintetizar en la adquisición de una cultura del proyecto y la capacidad para desarrollar procesos proyectuales. Esta nueva etapa de la implantación de BIM en el entorno educativo supone, para el alumno de Ingeniería Industrial, un estímulo como enlace entre los estudios universitarios y la práctica profesional al participar en un proyecto técnico integral, compartido, colaborativo, en el que se reúnen las partes interesadas aportando los conocimientos adquiridos con anterioridad y alcanzando el grado de madurez necesario para su integración en la vida profesional.

Se espera que una vez finalizado el proceso se hayan logrado los objetivos previstos desde un inicio y se hayan alcanzado los resultados esperados, para poder continuar la experiencia en próximos cursos llegando a cotas más elevadas de la necesaria implantación de BIM en una escuela de Ingenierías Industriales.

**Figura 1 Fotografías de la fábrica de harinas en Simancas (Valladolid). Fuente: elaboración propia (2017).**



**Figura 2 Documentación gráfica publicada de la fábrica de harinas de Simancas (Valladolid). Fuente: Carrera, M. A. (1990)**



## Referencias

- Blanco, M., Zulueta, P., Alonso, I., Sánchez, A. (2017). *Implementation of BIM in the Subject Technical Industrial Projects –Degree in Industrial Technologies Engineering-University of Valladolid*. En Ayuso, J. L., Yagüe, J. L., Capuz-Rizo, S. (Eds.) *Project Management and Engineering Research*. AEIPRO 2016. *Lecture Notes in Management and Industrial Engineering*. Springer International Publishing AG. 278 p.p., 247-260.
- Carrera, M. A. (1990). *Las fábricas de harina en la provincia de Valladolid*. Ed. Caja de Ahorros Provincial de Valladolid. Valladolid. 318 p.p.
- Nieto, J. E., Moyano, J. J., Rico, F., Antón, D. (2016). Management of Built Heritage via the HBIM Project: A case study of flooring and wall tiling. *Virtual Archaeology Review*, 7(14), 1-12. <http://dx.doi.org/10.4995/var.2016.4349>.
- Plan Nacional de Patrimonio Industrial. (2015). Ministerio de Educación, Cultura y Deporte Ed. Secretaría General Técnica, Subdirección General de Documentación y Publicaciones. Madrid. 46 p.p.
- Pueyo, Á. P., Sánchez, B. T., Pastor, V. M. L., Ortín, N. U., Lara, E. R., Bujosa, M. C., & Oliva, F. J. C. (2008). Evaluación formativa y compartida en la docencia universitaria y el Espacio Europeo de Educación Superior: cuestiones clave para su puesta en práctica. Formative and shared assessment in Higher Education and European Area of Higher Education: key questions for. *Revista de Educación*, 347, 435-451.
- Rodríguez, I. R. (2011). ¿Cómo afrontar el trabajo fin de grado? Un problema o una oportunidad para culminar con el desarrollo de las competencias/How deal the grade work? A problem or an opportunity to complete the development of skills. *Revista Complutense de Educación*, 22(2), 179.
- Succar, B. (2005), *BIM ThinkSpace. Part of the BIME Initiative (bimexcellence.org)*. Recuperado de <http://www.bimthinkspace.com/>. (Fecha de consulta 17 febrero de 2018).
- Villamañe, M. (2017). *Análisis y mejora de los marcos actuales de desarrollo y evaluación de los Trabajos Fin de Grado mediante el uso de las TIC* (Tesis doctoral). Universidad del País Vasco. Donostia.



## **Desarrollo de un sistema de detección de incendios mediante drones: un caso de aprendizaje basado en proyectos en el marco de un proyecto coordinado en un Máster Universitario en Ingeniería Informática**

**R. Usamentiaga<sup>a</sup>, F. J. Suarez<sup>a</sup>, P. J. Tuya<sup>a</sup>, M. J. Suárez-Cabal<sup>a</sup>, V. Corcoba<sup>a</sup>, J. García<sup>a</sup>, J. C. Granda<sup>a</sup>, J. Molleda<sup>a</sup>, J. Puente<sup>a</sup>**

<sup>a</sup>Departamento de Informática, Universidad de Oviedo {rusamentiaga, fjsuarez, tuya, cabal, corcobavictor, javier, jcgranda, jmolleda, puente}@uniovi.es

---

### ***Abstract***

*The Master in Computer Science offers the students an integral education that develops technological, methodological and also management skills. It is therefore fundamental that, during the degree, students are faced with the resolution of complex real-world projects that allow them to acquire the skills and competencies necessary for their profession. This article presents an experience of educational innovation based on project-based learning designed to improve the training of students through the completion of a complex project that presents a great challenge: the creation of a system for fire detection using drones. The project requires the use of knowledge and skills acquired in various subjects, and it is solved throughout the degree. The article presents the design, organization and results of the innovation experience, with particular emphasis on how to fit the project into subjects with specific competences, from distributed systems to embedded systems, also including intelligent systems.*

**Keywords:** *Project-based learning, Coordinated project, CDIO model, Master in Computer Science.*

---

### ***Resumen***

*El Máster Universitario en Ingeniería Informática tiene como objetivo proporcionar al alumnado una formación integral que desarrolle aspectos tec-*

*Desarrollo de un sistema de detección de incendios mediante drones: un caso de aprendizaje orientado a proyectos en el marco de un proyecto coordinado en el Máster Universitario en Ingeniería Informática*

*nológicos, metodológicos y también de dirección y gestión. Es por tanto fundamental que durante la titulación, el alumnado se enfrente a la resolución de proyectos complejos del mundo real que les permitan adquirir las habilidades, destrezas y competencias necesarias para el desarrollo de su profesión. En este artículo se presenta una experiencia de innovación educativa fundamentada en el aprendizaje basado en proyectos que persigue mejorar la formación de los alumnos mediante la realización de un proyecto complejo que presente un gran reto: la creación de un sistema de detección de incendios mediante drones. El proyecto exige la utilización de conocimientos y competencias adquiridas en varias asignaturas de la titulación y se desarrolla a lo largo de toda la titulación. En el artículo se presenta el diseño, organización y resultados de la experiencia de innovación, con particular énfasis en la forma de encajar el proyecto en asignaturas con competencias concretas, desde la programación del dron, hasta la planificación inteligente de rutas, pasando por el diseño y desarrollo de la arquitectura hardware y software.*

**Palabras clave:** *Aprendizaje basado en proyectos, Proyecto coordinado, Modelo CDIO, Máster Universitario en Ingeniería Informática.*

## **Introducción**

La formación universitaria debe proporcionar a los ingenieros un conjunto de habilidades, tanto técnicas como sociales y de comunicación, para que puedan afrontar con éxito su desarrollo profesional en un entorno cada vez de mayor complejidad y competitividad (Crawley, 2007). En este contexto resulta fundamental que los estudiantes adquieran competencias que les permitan analizar y diseñar sistemas de elevada complejidad en un entorno de trabajo en equipo. Una estrategia de enseñanza-aprendizaje que encaja con estos objetivos es el aprendizaje basado en proyectos (PBL, *Project-based learning*) (Krajcik, 2006). El PBL es un modelo de enseñanza-aprendizaje que se organiza mediante proyectos donde los estudiantes realizan su análisis, planificación y desarrollo. Los proyectos incluyen tareas complejas que presentan retos a los estudiantes, cuya solución requiere estudio y planificación, proporcionando a los estudiantes la oportunidad de introducirse en la investigación y en la toma de decisiones autónoma.

En el Máster Universitario en Ingeniería Informática impartido en la Universidad de Oviedo uno de los grandes objetivos es proporcionar al alumnado una formación integral que desarrolle nuevas competencias tecnológicas, metodológicas y también de dirección y gestión en empresas o departamentos de Informática (Suárez, 2015). De esta forma, se persigue que los estudiantes adquieran unas habilidades que les capaciten para analizar necesidades,

concebir estrategias, planificar recursos y dirigir proyectos. Es por tanto necesario que, durante su formación, el alumnado se enfrente a la resolución de proyectos complejos del mundo real que les permitan adquirir las habilidades, destrezas y competencias necesarias para el desarrollo de su profesión.

Este trabajo presenta el diseño, organización y resultados de una experiencia de innovación docente fundamentada en la estrategia de aprendizaje basado en proyectos en el marco de un Máster Universitario en Ingeniería Informática. El objetivo que se persigue es la realización de un proyecto coordinado entre varias asignaturas del Máster que, partiendo de los principios descritos, permita al alumnado trabajar sobre un ejemplo de sistema real más complejo que el que se pueda abordar en una única asignatura y que exija la utilización de conocimientos y competencias adquiridas en varias asignaturas de la titulación. Se plantea la realización de un proyecto real y complejo, que involucra a 7 de las 16 asignaturas que se imparten en la titulación. Como trabajo para la realización del proyecto coordinado, y teniendo en cuenta el reducido número de alumnos en las titulaciones de Máster, se plantea la realización de un único proyecto para todos los grupos de alumnos. El proyecto planteado trata sobre la realización de un sistema de detección de incendios mediante drones. Se trata de un proyecto complejo que trata de resolver un problema real y de mucha importancia. Existen ya en la actualidad algunos sistemas con similares objetivos que se están enfrentando a este gran reto. Además, es un proyecto que exige un alto grado de soluciones multidisciplinares.

El desarrollo del proyecto se realiza de forma coordinada entre varias asignaturas del Máster. En cada una de ellas, los grupos de alumnos se enfrentan a la resolución de tareas relacionadas con la temática de la asignatura, siempre con la vista puesta en la consecución de los objetivos globales del proyecto. Entre las tareas a desarrollar se encuentra la definición de requisitos y servicios, el diseño de la infraestructura hardware, el diseño de la infraestructura software y la implementación de los servicios necesarios, la evaluación de la calidad de los productos mediante pruebas, la programación de los drones, la visualización de la información, y la planificación óptima de las rutas de inspección.

### **Trabajos Relacionados**

En las últimas décadas se ha generado abundante literatura sobre el aprendizaje basado en proyectos (PBL). En (Barron, 1998) y (Bell, 2010) se pueden encontrar profundas revisiones sobre la metodología y ejemplos de utilización en diversos ámbitos. En estos trabajos se subraya la diversidad tanto en las definiciones de PBL como en los enfoques sobre su utilización. En general, se identifican cinco aspectos como clave dentro de la metodología: (1) la utilización de PBL como aspecto central del currículo, no periférico, (2) la utilización de proyectos que enfrenten a los alumnos con problemas que permitan encontrar los conceptos centrales de la disciplina, (3) la utilización de proyectos que involucren a los alumnos en la investigación, en la construcción de conocimiento, en la toma de decisiones y en la resolu-

*Desarrollo de un sistema de detección de incendios mediante drones: un caso de aprendizaje orientado a proyectos en el marco de un proyecto coordinado en el Máster Universitario en Ingeniería Informática*

ción de problemas, (4) la utilización de proyectos que se centren en el alumno, y eviten guiones o trabajo dirigido por el profesor, y (5) la utilización de proyectos realistas, que proporcionen a los alumnos una sensación de autenticidad. La metodología de aprendizaje PBL tiene sus bases en el constructivismo (Gergen, 2007), una metodología basada en la construcción de significado y la resolución de problemas, donde los alumnos abstraen el conocimiento y lo extrapolan a otros ámbitos de forma dinámica, es decir, los alumnos aprenden mientras crean.

La metodología PBL ha sido desarrollada de manera detallada para un marco global dentro del modelo CDIO (Crawley, 2007), cuyas iniciales enfatizan los principios del modelo de aprendizaje que se propone: *Concebir, Diseñar, Implementar, y Operar*. En resumen, aprender pensando, haciendo y usando. Esta iniciativa pretende conseguir una transformación global en la formación que se proporciona en la ingeniería, exponiendo a los alumnos a situaciones reales que se encuentren en el ejercicio de su profesión y que tengan impacto en el desarrollo de habilidades y competencias significativas. Existen múltiples trabajos donde se analizan las claves para la aplicación de este modelo, como por ejemplo (Peihua, 2008) para la Universidad de Shantou o (Wang, 2008) para el MIT. En estos trabajos se resaltan los excelentes resultados obtenidos, donde los alumnos mejoran significativamente su capacidad de auto-aprendizaje y su habilidad para resolver problemas.

En (Chen, 2013) se propone la aplicación de un modelo CDIO para la enseñanza de titulaciones de informática, con aspectos concretos de aplicación a esta disciplina. Otros ejemplos de aplicación de este modelo al ámbito de la informática se pueden encontrar en (Zhang, 2009) y (Jingdong, 2011). En estos trabajos se describen con detalles ejemplos de proyectos desarrollados en colaboración entre varias asignaturas, como por ejemplo el desarrollo web con aspectos de procesamiento de imágenes y bases de datos. El desarrollo de estos proyectos rompe el enfoque tradicional de asignaturas independientes, para resolver un problema de mayor entidad donde el proyecto es la base para conseguir formar a los alumnos en la creación de diseños innovadores. A pesar de que el modelo CDIO se plantea de forma global, existen ejemplos de aplicación también en el ámbito de asignaturas concretas, como por ejemplo en el contexto de los sistemas empotrados (Li, 2010).

## **Metodología**

El proyecto coordinado donde se plantea realizar la experiencia de PBL se enmarca en un Máster Universitario en Ingeniería Informática, en concreto el impartido en la Universidad de Oviedo. Este máster habilita para el ejercicio de la profesión de Ingeniería Informática conforme a las directrices nacionales e internacionales, y forma a profesionales altamente cualificados en la disciplina. El máster consta de 90 ECTS, que se imparten durante un curso académico de manera presencial (60 ECTS) y medio curso más de manera no presencial donde se realizan las prácticas en empresa y el trabajo fin de máster. El curso presencial se divide en 16 asignaturas (de 4 y 3 ECTS cada una) que se imparten simultáneamente

R. Usamentiaga, F. J. Suarez, P. J. Tuya, M. J. Suárez-Cabal, V. Corcoba, J. Garcia, J. C. Granda, J. Molleda, J. Puente

en grupos de cuatro, durante periodos de dos meses. Las asignaturas cubren diversos aspectos de la disciplina y desarrollan competencias variadas.

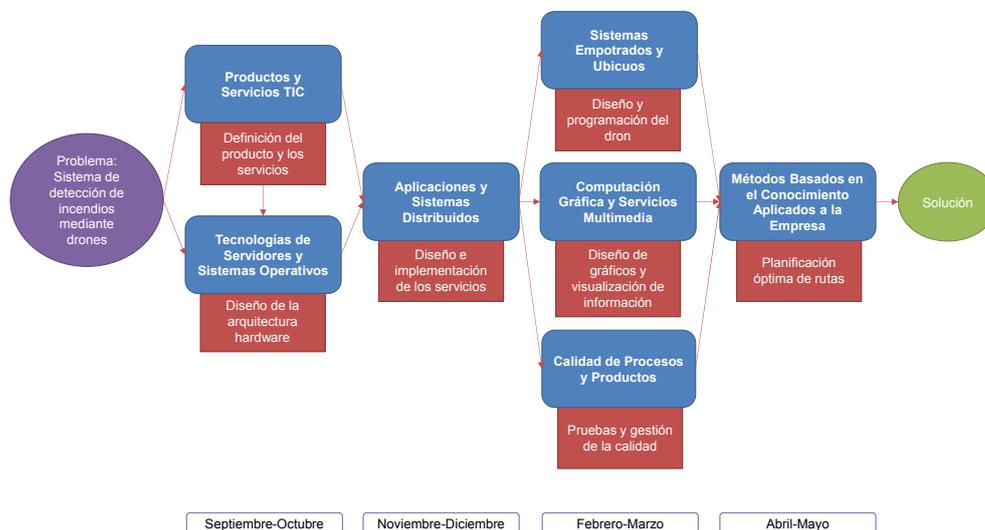
Para la realización del proyecto coordinado se ha realizado un estudio para determinar qué asignaturas y qué proyecto podrían encajar en los principios establecidos por el PBL y por el modelo CDIO. Como resultado, se han identificado, como paso inicial, 7 asignaturas para el desarrollo del proyecto que se llevará a cabo durante todo el curso. Cada una de estas asignaturas aborda una temática y desarrolla unas competencias que cada grupo de trabajo deberá aplicar al proyecto. La selección del proyecto ha perseguido realizar un proyecto real, complejo y que permita poner en prácticas habilidades y competencias de las asignaturas seleccionadas. Se ha considerado la realización de un proyecto sobre detección de incendios mediante drones, ya que cubre todos esos objetivos, al ser complejo, un caso real y de interés y cuya solución necesita la utilización de múltiples conocimientos que encajan con las asignaturas que lo desarrollan. Además, las características particulares de la titulación permiten el desarrollo de un único proyecto para todos los alumnos. El número de alumnos se sitúa entre 10 y 20, lo que permite crear entre 2 y 4 equipos de trabajo de 5 alumnos. La asistencia de los alumnos a clase y el seguimiento de las asignaturas son muy estables a lo largo de todo el curso académico, lo que permite que la configuración de los grupos se mantenga inalterada en las diversas asignaturas. De esta forma, el mismo grupo de alumnos puede ir elaborando su proyecto a medida que se imparten las asignaturas durante el curso.

El proyecto sobre detección de incendios mediante drones se considera un reto para los alumnos donde, a lo largo de todo un curso académico, deben trabajar para ir construyendo una solución. Durante el curso, y en el contexto de cada asignatura irán realizando parte de las tareas que permitan obtener el sistema final, cubriendo diversos aspectos. Es precisamente durante la construcción de la solución del problema donde se pretende que los alumnos construyan conocimiento y desarrollen competencias, no solo tecnológicas sino también de comunicación y sociales, al trabajar en grupo.

La Figura 1 muestra de forma resumida la organización temporal del proyecto junto con las asignaturas de la titulación que participan en el proyecto coordinado. Inicialmente los alumnos definen el producto, sus servicios y sus requisitos. Esta fase dentro del modelo CDIO sería la fase de *Concebir*. A lo largo del curso, el sistema es diseñado e implementado, haciendo énfasis a lo largo de las asignaturas en diversos aspectos, como la distribución de información, la visualización, la programación de los drones, o la toma de decisiones inteligente. Estas serían las fases de *Diseñar* e *Implementar* del modelo CDIO. Además, hay asignaturas que se encargan de evaluar la calidad, enlazando con la fase *Operar* del modelo CDIO. A continuación se resumen, para cada asignatura, las actividades llevadas a cabo para la realización del proyecto.

*Desarrollo de un sistema de detección de incendios mediante drones: un caso de aprendizaje orientado a proyectos en el marco de un proyecto coordinado en el Máster Universitario en Ingeniería Informática*

**Figura 1. Organización del proyecto por asignaturas y desarrollo temporal**



La asignatura Productos y Servicios TIC tiene como objetivo diseñar, implantar, operar, mantener y auditar productos y servicios en el ámbito de las tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC). Para ello, la asignatura se centra en las metodologías, estándares y marcos de trabajo para el gobierno y la gestión de productos y servicios proporcionados tanto por empresas del ámbito TIC como por departamentos de informática en cualquier tipo de empresa. En el contexto del proyecto coordinado, como esta es la primera asignatura que se imparte, se presenta el servicio a desarrollar y se muestra cómo se coordinan las asignaturas involucradas para llevarlo a cabo. El servicio tiene como clientes objetivo a las administraciones públicas, encargadas de gestionar los parques naturales, y proporciona ayuda para la detección y extinción de incendios mediante el uso de drones.

La arquitectura básica del servicio se muestra en la Figura 2. El sistema consta de un conjunto de drones asociados a múltiples estaciones de control que interactúan con una estación central que se encarga de gestionar y controlar el sistema. El sistema básico incluye un conjunto de funcionalidades mínimas que servirán de base para trabajos del proyecto coordinado en sucesivas asignaturas: establecimiento de rutas de vuelo para los drones, control manual del vuelo de los drones, visualización normal y térmica de la zona, captura y almacenamiento de datos (geoposición, condiciones atmosféricas e imágenes) y transmisión de la información en tiempo real hacia el sistema central a través de las estaciones locales.

Figura 2. Arquitectura básica del servicio de detección de incendios mediante drones



La asignatura Tecnología de Servidores y Sistemas Operativos se circunscribe al ámbito de la infraestructura informática, y más concretamente, al concepto de infraestructura virtual, que implica la gestión de recursos hardware (servidores, sistemas de almacenamiento y redes) como bancos de recursos que pueden ser usados de forma flexible por las cargas de trabajo virtualizadas. El encuadre de la asignatura en el trabajo coordinado se sustancia en el análisis y definición de la infraestructura informática requerida para dar soporte al sistema central del servicio de extinción de incendios. Se analizan dos alternativas: (1) implementación en las instalaciones del proveedor del servicio de detección de incendios, y (2) implementación en las instalaciones de un proveedor de Cloud Computing. La alternativa (1) se plantea con un ejercicio de dimensionamiento de infraestructura informática (servidores, redes y almacenamiento) para dar soporte a un cloud privado, que a su vez dé soporte al servicio de detección de incendios. La alternativa (2) exige al alumno la exploración de los recursos ofrecidos por un proveedor de servicios en la nube, con el fin de elegir un conjunto de recursos adecuados para dar soporte al de detección de incendios.

La asignatura Aplicaciones y Sistemas Distribuidos pretende que el alumno adquiera las competencias necesarias para diseñar, evaluar y decidir soluciones distribuidas en el entorno empresarial. Para ello se estudian arquitecturas distribuidas para la empresa, así como las técnicas de integración que permitan el ensamblado de sistemas previamente existentes. Esta asignatura encaja en el diseño del sistema distribuido donde los alumnos implementan los servicios necesarios para el sistema de detección de incendios. En primer lugar, se propone a los alumnos que identifiquen las necesidades de almacenamiento de información, y que diseñen un modelo relacional para dar una solución a esas necesidades. También se hace hincapié en la descomposición del sistema en componentes distribuidos desacoplados que se comuniquen a través de la red. Además, dentro del proyecto los alumnos deben proporcionar solución a los tipos de comunicaciones, síncronas o asíncronas, a los protocolos y metodologías a utilizar, junto con las herramientas de integración que deben de utilizar, incluyendo por ejemplo colas de mensajes y cachés. Otro aspecto que se considera de gran importancia es el despliegue de la aplicación, donde a los alumnos les surge la necesi-

*Desarrollo de un sistema de detección de incendios mediante drones: un caso de aprendizaje orientado a proyectos en el marco de un proyecto coordinado en el Máster Universitario en Ingeniería Informática*

dad de tomar decisiones sobre la forma de automatizar el desarrollo, las pruebas y la transición del sistema desarrollado a un entorno de producción. Estos aspectos se enlazan con la asignatura de Calidad de Procesos y Productos, donde se abordan las actividades de evaluación encaminadas a mejorar la calidad del software, fundamentalmente mediante la realización y gestión de las pruebas. Para ello se estudian los procesos y técnicas de prueba, junto con la mejora del proceso, estándares y herramientas aplicables. Todo ello se aplica al sistema desarrollado, utilizando las herramientas más usuales en la industria para su automatización y realizando actividades que incluyen: pruebas funcionales, pruebas estáticas y gestión de planes de pruebas.

Tanto en la asignatura Computación Gráfica y Servicios Multimedia como en la asignatura Sistemas Empotrados y Ubicuos se resuelven problemas tecnológicos relacionados con el sistema. En la asignatura Computación Gráfica y Servicios Multimedia se busca que el alumno conozca los fundamentos básicos de los sistemas gráficos, los procesos de renderizado y los tipos de sistemas, aplicaciones y servicios multimedia, así como las tecnologías involucradas en los mismos. El encaje de esta asignatura en el proyecto coordinado se traduce en el desarrollo de una parte del *frontend* para la visualización en 3D del dron de forma geolocalizada y la reproducción del vídeo que transmite en directo si el dron incorpora esta posibilidad. De esta forma, se ofrece al usuario una perspectiva aproximada del campo de trabajo de cada dron. Para la parte de la vista 3D los alumnos deben analizar y diseñar un entorno gráfico en el que se combinen ortofotos o fotos satelitales obtenidas de servicios públicos de mapas con un modelo 3D del dron. En la asignatura Sistemas Empotrados y Ubicuos los estudiantes adquieren competencias relacionadas con la integración de tecnologías y plataformas propias de sistemas empotrados y ubicuos. Estos entornos tecnológicos, junto con Internet, han dado lugar a lo que se conviene en llamar Internet de las Cosas (Internet of Things, IoT). Las tareas relacionadas con el proyecto coordinado del Máster en Sistemas Empotrados y Ubicuos comienzan con una toma de contacto con un sistema empotrado complejo como es un dron, a través del cual los estudiantes son capaces de observar diferentes áreas de trabajo involucradas en el diseño de sistemas empotrados: microprocesadores y microcontroladores, sensores, fusión de sensores, actuadores, reguladores, comunicaciones inalámbricas, posicionamiento, gestión de energía, sistemas operativos para sistemas empotrados, etc. En primer lugar, se muestran las características de un sistema comercial de este tipo y, a continuación, se trabaja con un sistema desarrollado específicamente para adquirir las competencias propias de la asignatura. La tarea principal consiste en el desarrollo de módulos que implementen las interfaces de control de vuelo definidas en asignaturas previas y que, actuando directamente sobre las funciones proporcionadas por el controlador de vuelo del sistema empotrado, permitan ejecutar acciones de vuelo autónomo. En concreto, deben ser capaces de seguir una ruta definida por una serie de puntos de referencia (waypoints) especificados a con el protocolo de comunicación MAVLink (para pequeños vehículos no tripulados).

La asignatura de Métodos Basados en el Conocimiento Aplicados a la Empresa plantea como objetivo dotar a los estudiantes de un espectro heterogéneo de técnicas y herramientas de Ingeniería del Conocimiento para explotar los Sistemas de Información disponibles en cada caso. Esta asignatura se ubica temporalmente en el bloque final de asignaturas del máster, lo que permite disponer de un sistema de información prácticamente completo del proyecto coordinado. En ella los estudiantes deberán dar el salto entre el diseño y desarrollo de un sistema flexible aplicable a diferentes escenarios, a enfrentarse a su implantación en una ubicación real, concretamente un bosque de montaña, ofreciendo una solución técnicamente factible y con los niveles de calidad acordados con el cliente, y a la vez dentro de los márgenes económicos pertinentes. El sistema desarrollado hasta el momento no solo les aporta un modelo de información sino también los módulos de simulación necesarios para ser integrados con las herramientas de Inteligencia Artificial utilizadas en la búsqueda de soluciones factibles y su posterior análisis y comprensión como expertos del dominio del problema, concretamente algoritmos genéticos multi-objetivo. Cada grupo deberá modelar su solución como un problema multi-objetivo en el que no solo van a identificar las mejores rutas de vuelo, sino que también actuarán como expertos al tener que aprender en qué medida afectan las diversas variables y restricciones, no solo económicas o tecnológicas, sino también orográficas y medioambientales que suponen interactuar con un sistema vivo como es una reserva natural.

En cada asignatura el rol del profesor será el de asesor que guía a los alumnos en la aplicación de las técnicas presentadas y en la elicitación y comprensión de las variables más relevantes para solucionar cada parte del problema.

## **Resultados**

A lo largo del curso académico, los alumnos construyen partes de la solución del problema en el contexto de cada asignatura. Esto les permite a los alumnos afrontar el reto de solucionar un problema complejo aplicando descomposición. De esta forma, la solución va completándose a medida que avanza la titulación y los alumnos incorporan soluciones concretas a los diversos problemas que les surgen. Los resultados son a la vez parciales, en el contexto de cada asignatura, y globales al obtener a lo largo del tiempo un sistema cada vez más complejo y con mayores funcionalidades. Además, los resultados de una asignatura son necesarios para realizar el trabajo en las siguientes, lo que hace a los alumnos ser mucho más responsables de su trabajo, y ser conscientes de las consecuencias en la toma de decisiones.

Como resultados en la asignatura Productos y Servicios TIC, los alumnos realizan una especificación funcional del producto, identificando las partes interesadas y usuarios, estableciendo y jerarquizando los requisitos funcionales y no funcionales, estableciendo la arquitectura del sistema, determinando sistemas habilitadores, diseñando las interfaces del producto entre los diferentes subsistemas y con sistemas habilitadores y especificando de

*Desarrollo de un sistema de detección de incendios mediante drones: un caso de aprendizaje orientado a proyectos en el marco de un proyecto coordinado en el Máster Universitario en Ingeniería Informática*

forma detallada los requisitos del servicio básicos necesarios para las demás asignaturas. También definen la gestión del servicio, especificando los niveles de servicio ofertados, concretados en uno o más SLAs (*Service Level Agreements*), elaborando planes de capacidad, disponibilidad y continuidad para el servicio, y calculando tanto el coste de provisión del servicio como el precio al que se oferta. Los resultados de esta asignatura se complementan con los de la asignatura Tecnología de Servidores y Sistemas Operativos, donde los alumnos elaboran una memoria técnica sobre las dos alternativas de diseño para el sistema central: la implementación en las instalaciones del proveedor del servicio de detección de incendios, y la implementación en las instalaciones de un proveedor de cloud computing. Cada versión incluye la arquitectura de componentes, los cálculos de capacidad (para determinar una dimensión apropiada de la infraestructura), el catálogo de componentes elegidos y el presupuesto. La memoria concluye con un análisis comparativo de las dos alternativas de diseño, indicando las ventajas e inconvenientes de cada una y justificando la opción elegida. El resultado de las dos asignaturas permite obtener una especificación detallada del sistema.

En el contexto de la asignatura Aplicaciones y Sistemas Distribuidos, los alumnos desarrollan un sistema distribuido para gestionar los drones, incluyendo una interfaz de usuario para su control y monitorización. Además, dotan al sistema de mecanismos de consulta para acceder al estado de los drones y del sistema en tiempo real. Dentro del sistema desarrollado, se incluyen herramientas de integración como servidores web o *brokers* de paso de mensajes. Durante el despliegue de la aplicación, todos los componentes se ejecutan sobre contenedores en un entorno virtualizado, valorando que el proceso de puesta en marcha del sistema esté completamente automatizado a partir del repositorio de control de versiones del código fuente. El sistema desarrollado se prueba y evalúa en la asignatura Calidad de Procesos y Productos. Las pruebas se ejecutan en un entorno estándar de integración continua (Jenkins) que automatiza el proceso de generación, despliegue en pruebas y ejecución de las pruebas dinámicas y estáticas (automatizadas con XUnit y JMeter y SonarQube) para cada cambio realizado en el repositorio Git maestro, obteniendo adicionalmente informes sobre la cobertura de las pruebas. Durante las pruebas, los alumnos refuerzan la motivación de su importancia, descubren problemas de diseño e implementación que habían pasado inadvertidos, problemas de diseño para la testeabilidad que dificultan la prueba unitaria de los diferentes componentes y mejoran el estilo de programación en base a los resultados del análisis estático, incluyendo la detección de código duplicado o escasez de documentación.

El resultado del trabajo realizado en la asignatura Computación Gráfica y Servicios Multimedia es una nueva versión del *frontend* en la que se ubican en tiempo real en un mapa de la zona de interés los drones activos junto con sus rutas. El usuario podrá acceder a una vista 3D de cada dron en la que se visualiza un modelo 3D del dron junto con las fotos del terreno en el que está sobrevolando. Para facilitar su desarrollo, se les propone a los alumnos el uso de bibliotecas y servicios de mapas. Además, en la misma vista 3D aparecerá

superpuesto el vídeo recibido desde el dron. Para incorporar esta funcionalidad, es necesario desplegar un servicio de vídeo en directo a partir del flujo de vídeo transmitido por el dron.

En la asignatura Métodos Basados en el Conocimiento Aplicados a la Empresa el resultado produce un módulo software que se integra con el sistema de información previamente desarrollado que, implementando técnicas metaheurísticas multi-objetivo, diseña los distintos planes de vuelo de los drones necesarios para la supervisión de las áreas geográficas definidas en el sistema de información.

El resultado general del proyecto es un sistema que, a partir de las competencias desarrolladas en múltiples asignaturas, proporciona una solución a un problema complejo y real. Además, trasciende a los aspectos formativos impartidos en asignaturas individuales, desarrollando competencias transversales con enorme importancia desde el punto de vista de la titulación. El proyecto coordinado se ha realizado en los dos últimos cursos académicos del máster con una buena respuesta y recepción. Los alumnos consideran que el trabajo realizado les requiere un esfuerzo significativamente superior que el modelo anterior, pero también muestran su conformidad en la necesidad de abordar este tipo de tareas para enfrentarse a problemas reales que les preparen para el mundo profesional. Desde el punto de vista del profesorado, en general la respuesta también es positiva. Sin embargo, supone un incremento de la carga de trabajo en comparación al enfoque tradicional que se seguía para impartir los contenidos, ya que asumía que cada asignatura era un aspecto particular e independiente dentro la titulación. La necesaria coordinación y dedicación al proyecto obliga a reformar los contenidos que se imparten en las asignaturas y también hace necesario reuniones periódicas de coordinación. Se considera que esta carga adicional de trabajo se compensa con los resultados que el proyecto coordinado aporta.

## **Conclusiones**

El aprendizaje basado en proyectos permite desarrollar competencias de enorme importancia para que los alumnos se integren en el mundo profesional con garantías de éxito. En este artículo se propone una experiencia de innovación educativa que, bajo este enfoque, desarrolla un proyecto coordinado entre múltiples asignaturas en el marco de un máster en Ingeniería Informática. El proyecto seleccionado, un servicio de detección de incendios mediante drones, exige la aplicación de un alto grado de soluciones multidisciplinarias, desde la programación del dron, hasta la planificación inteligente de rutas, pasando por el diseño y desarrollo de la arquitectura hardware y software. Esto permite que diversas asignaturas aborden diversos aspectos relacionados con el servicio, y que los alumnos realicen su trabajo de forma coordinada a lo largo del curso, finalizando con una solución a un problema real y complejo que les obliga a plantear soluciones a problemas prácticos y motivadores en el contexto de la disciplina.

*Desarrollo de un sistema de detección de incendios mediante drones: un caso de aprendizaje orientado a proyectos en el marco de un proyecto coordinado en el Máster Universitario en Ingeniería Informática*

La valoración del proyecto coordinado es positiva, tanto desde el punto de vista de los alumnos como de los profesores. Además, el proyecto permite que los alumnos se enfrenten a un problema de gran complejidad, trascendiendo a las asignaturas concretas, tal y como ocurre en los proyectos reales. Por otro lado, la realización del proyecto exige un esfuerzo adicional a los alumnos, que son responsables de su trabajo a lo largo de todo el curso, siendo conscientes de las consecuencias en la toma de decisiones. Este tipo de experiencias también exige un esfuerzo adicional a los profesores, modificando la forma de impartir la materia y obligando a una mayor coordinación entre asignaturas. En este sentido la realización del proyecto se ve facilitada por el bajo número de alumnos, que permite reducir aspectos de gestión que en otros ámbitos serían más difíciles de resolver.

## Referencias

- Barron, B.J., Schwartz, D.L., Vye, N.J., Moore, A., Petrosino, A., Zech, L., Bransford, J.D. (1998). Doing with understanding: Lessons from research on problem-and project-based learning. *Journal of the Learning Sciences*, 7(3-4), pp. 271-311.
- Bell, S. (2010). Project-based learning for the 21st century: Skills for the future. *The Clearing House*, 83(2), pp. 39-43.
- Crawley, E., Malmqvist, J., Ostlund, S., Brodeur, D. (2007). Rethinking engineering education. *The CDIO Approach*, 302, pp. 60-62.
- Chen, X., Qiu, Y. (2013). The Reform for Software Engineering Majors Based on CDIO. In *Applied Mechanics and Materials*, Vol. 380, pp. 2464-2467. Trans Tech Publications.
- Gergen, K. J., Ferráns, S. D., Mesa, A. M. E. (2007). *Construccionismo social: aportes para el debate y la práctica*. Universidad de los Andes. Ediciones Uniandes.
- Jingdong, S., Zhengbin, W., Yan, Z., Yao, W. (2011). Computer engineering education reform based on CDIO. *International Conference on Computer Science & Education*, pp. 1286-1290. IEEE.
- Krajcik, J.S., Blumenfeld, P.C. (2006). Project-based learning, pp. 317-34.
- Li, J.Q., Wang, Z.Q., Xue, L.P. (2010). Research of Embedded System Teaching Based on CDIO Mode. *Computer*, 12, 035.
- Peihua, G., Minfen, S., Shengping, L., Zhemin, Z., Xiaohua, L., Guangjing, X. (2008). From CDIO to EIP-CDIO: A Probe into the Mode of Talent Cultivation in Shantou University. *Research in Higher Education of Engineering*, 1(1), pp. 2-20.
- Suárez, F.J., Tuya, P.J., García, D.F., Garcia, R., Montequín, V., De la Cal, A.E., Alguero, A. (2015). Diseño, Implantación y Desarrollo de un Máster en Ingeniería Informática. *ReVision*, 8, pp. 67-76.
- Wang, S.W., Hong, C.W. (2009). CDIO: the Classic Mode of Engineering Education in MIT-An Unscrambling on the CDIO Syllabus. *Journal of Higher Education in Science & Technology*, 4.
- Zhang, Y.F., Liu, J. (2009). An experiment of computer curriculum reform based on CDIO in engineering education. *Int. Conference on Computer Science & Education*, pp. 1629-1632. IEEE.



## Algunas Propuestas Metodológicas para el Aprendizaje de Competencias Matemáticas en Ingeniería

L. Bayón Arnau, P. Fortuny Ayuso, J. M. Grau Ribas, J. A. Otero Corte,  
M. M. Ruiz Santos, P. Suárez Rodríguez

Departamento de Matemáticas, Universidad de Oviedo, Campus de Gijón, Asturias.  
[jaurelio@uniovi.es](mailto:jaurelio@uniovi.es); [mruiz@uniovi.es](mailto:mruiz@uniovi.es)

---

### **Abstract**

*Once the first batch of graduates in Engineering have completed their studies within EHEA framework, as their training -compared to that of the previous classes- is based on the acquisition of competences, a revision our teaching-learning methods is required; we need to question whether they are or are not focused on the acquisition of the competencies demanded by the current world. In this work, specific methodological proposals are presented for the Mathematics courses within the area of Engineering; their purpose is to work and evaluate some mathematical competences that, as we have detected during the last courses, are quite scant among the students entering engineering degrees. We especially emphasize the following: thinking and reasoning, arguing and communicating mathematically.*

**Keywords:** *Competence, Mathematics, Methodological Resources, Engineering.*

---

### **Resumen**

*Una vez que se han graduado las primeras promociones de titulados en Ingeniería en el marco del EEES cuya diferencia respecto a las promociones anteriores es que su formación está basada en la adquisición de competencias, es necesario revisar nuestros métodos de enseñanza-aprendizaje, cuestionándonos si están enfocados o no en la adquisición de estas competencias que demanda el mundo actual. En este trabajo se presentan propuestas metodológicas concretas en la materia de Matemáticas dentro del área de las Ingenierías cuya finalidad es trabajar y evaluar algunas competencias matemáticas que,*

*según hemos detectado durante los últimos cursos, son bastante deficientes entre los alumnos que acceden a los grados de ingeniería. Destacamos especialmente las siguientes: pensar y razonar, argumentar y comunicar matemáticamente.*

**Palabras clave:** *Competencia, Matemáticas, Recursos Metodológicos, Ingeniería.*

## **Introducción**

Una sociedad que cambia con rapidez precisa una formación que capacite personas para actuar en contextos diferentes del que rodeó su aprendizaje y no le basta con individuos que almacenen conocimientos que podrían quedar obsoletos o que, simplemente, estén entrenados para realizar tareas mecánicas. Ante esta demanda, los sistemas educativos responden con un cambio fundamental en el enfoque docente, que pasa de un aprendizaje basado en contenidos a otro basado en competencias.

El concepto de competencia es complejo debido a su origen en campos diversos como la psicología, el mundo laboral o la lingüística y a los diferentes enfoques en su aplicación [1].

El diccionario de la Real Academia Española lo define como la pericia, aptitud, idoneidad para hacer algo o intervenir en un asunto determinado. En otras palabras, competencia es la capacidad de enfrentarse con garantías de éxito a una tarea en cierto contexto.

No se deben separar los conceptos de conocimiento y competencia, como se distinguía tradicionalmente entre teoría y práctica. Hay teorías cuya comprensión nos hace más competentes en un campo concreto y otras no. Análogamente, hay prácticas cuyo dominio hace más competentes en dicho campo y otras no porque, por ejemplo, pueden haber quedado obsoletas.

La definición que ofrece Echeverría [2] sirve tanto a contextos educativos como profesionales: es el resultado de integrar cuatro componentes básicos: «saber» o competencia técnica; «saber hacer» o competencia; «saber estar» o competencia participativa; «saber ser» o competencia personal. Así, «posee competencia profesional quien dispone de los conocimientos, destrezas y actitudes necesarios para ejercer su propia actividad laboral, resuelve los problemas de forma autónoma y creativa y está capacitado para colaborar en su entorno laboral y en la organización del trabajo» [3].

Y una tercera, de suma trascendencia, es la que surge del Proyecto Europeo de Educación Superior Tuning [4]. Se define como combinación de «conocimientos, comprensión y habilidades que se espera que el estudiante domine, comprenda y demuestre después de completar un proceso de aprendizaje».

En suma, las competencias parecen aportar un enfoque a la educación, que facilita la mejora del aprendizaje y la calidad de los egresados, en aspectos como: priorizar el aprender sobre lo enseñado, facilitar a los estudiantes herramientas claves para su futuro ejercicio profesional, dar un mayor sentido y utilidad social a la educación superior, preparar para la vida y el mundo laboral, mejorar la empleabilidad de los graduados, lograr una formación integral, ...

### **Algo más sobre Competencias**

A finales de la década de los 90, la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) lanzó el proyecto DeSeCo (Definition and Selection of Competencies). Se pretende un marco conceptual para establecer los objetivos de cualquier sistema educativo que pretenda fomentar la educación a lo largo de toda la vida. DeSeCo fijó las competencias claves para cualquier individuo: comunicación en lengua materna y en una lengua extranjera, matemáticas, ciencia y tecnología y digital, aprender a aprender, interpersonales y cívicas, espíritu emprendedor y expresión cultural [5].

Para decidir *qué competencias son relevantes*, el proyecto Tuning establece tres tipos:

- *instrumentales*, como analizar y sintetizar, organizar y planificar, manejar Tics o ser capaz de expresarse adecuadamente en una segunda lengua;
- *interpersonales*, como ejercer la autocrítica o trabajar en equipo;
- *sistémicas*, como aplicar conocimientos a la práctica, adaptarse a nuevas situaciones, etc.

Existen más clasificaciones que suelen ser de carácter bastante general [6] pero, habitualmente, las competencias se clasifican en *generales* y *específicas*.

Las generales se relacionan con operaciones mentales aplicables en diversos contextos y suelen definirse para varios conjuntos de estudios. Constituyen una parte fundamental del perfil profesional y formativo de la mayoría de las titulaciones universitarias. Son transversales y transferibles a una amplia variedad de contextos personales, sociales, académicos y laborales a lo largo de la vida. Están, por ello, relacionadas con el «saber estar» y el «saber ser».

Las específicas son las destrezas relacionadas con las áreas de estudio, los métodos y técnicas apropiadas que pertenecen a las diferentes disciplinas según el área de conocimiento. Se relacionan con cada área temática, y tienen una gran importancia para cualquier titulación al estar específicamente relacionadas con un conocimiento concreto.

También se habla además de competencias *transversales*, que no es un tercer tipo de competencia, sino una competencia que recorre horizontalmente el curriculum.

## **Una selección de Competencias Matemáticas para Ingenieros**

La finalidad de los estudios de Ingeniería es generar profesionales capaces de afrontar los cada vez más complejos problemas que vive la humanidad dando soluciones creativas y materialmente rentables [7]. En esta rama, las Matemáticas constituyen una de las materias básicas: una formación con sólida base Matemática dota al estudiante de herramientas necesarias para afrontar su actividad profesional. No en vano, las Matemáticas tienen como objetivo final conseguir los modelos que explican las ciencias y la tecnología. Es por esto que, el proyecto Tuning América Latina propone una extensa lista de competencias generales y específicas del ámbito de las Matemáticas que intervienen en la formación de un Ingeniero [8].

El grupo de Innovación Educativa de la Universidad Politécnica de Madrid [9] realiza una selección de las competencias generales y propone como destacadas las siguientes: analizar y sintetizar información, argumentar lógicamente; expresar ideas con rigor y claridad; aplicar el sentido común, establecer analogías entre situaciones distintas; dar ejemplos particulares de una situación general; abstraer lo general de varios ejemplos particulares; generar ideas nuevas, razonar cuantitativamente; obtener información cualitativa de datos cuantitativos; explorar distintas estrategias de resolución de problemas; visualizar geométricamente un sistema; establecer hipótesis útiles en la resolución de un problema; expresar de maneras diferentes pero equivalentes el mismo problema y manejar con precisión el lenguaje matemático.

Es evidente que una competencia general puede quedar reflejada en varias específicas y una competencia específica puede recoger aspectos de varias generales.

Diferentes informes internacionales de evaluación [11], han revelado, por lo que se refiere a España, una insuficiente competencia matemática para aplicar lo aprendido a situaciones de la vida cotidiana. Una educación de calidad no puede eludir su responsabilidad en el desarrollo de las competencias básicas como la matemática, entendida, según el Proyecto PISA de la OCDE: “Capacidad de un individuo para identificar y comprender el papel que las Matemáticas juegan en el mundo, realizar razonamientos bien fundados y utilizar e involucrarse en las matemáticas de manera que satisfagan las necesidades de la vida del individuo como ciudadano constructivo, comprometido y reflexivo”.

El énfasis se sitúa entonces en el proceso más que en el resultado y en la actividad más que en el conocimiento. Por ello, la competencia matemática no debe limitarse al conocimiento de la terminología, datos y procedimientos matemáticos, aunque, lógicamente, debe incluirlos, ni a las destrezas para realizar ciertas operaciones y cumplir con determinados métodos. Se trata de ponerla en acción para resolver los problemas que se pueden presentar en diferentes situaciones de la vida cotidiana.

Entre los muchos alumnos que acceden al primer curso de los diferentes Grados en Ingeniería de nuestro centro, se han detectado bajos niveles en la adquisición de competencias matemáticas básicas. Esto nos hace dudar si muchos de nuestros estudiantes de primer año tienen un

buen nivel de "alfabetización matemática", esto es, identifica y entiende el papel de las Matemáticas en la Ingeniería y hace juicios bien fundados usándolas.

Algunas de estas competencias en las que "flojean" son: pensar matemáticamente, usar símbolos y representar entidades, modelar, plantear y resolver problemas, utilizar herramientas tecnológicas, argumentar, comunicarse y comunicar con y sobre las Matemáticas.

Las Matemáticas presentadas de manera inductiva, desde lo particular a lo general, experimentando y resolviendo problemas conectados con la vida real, no sólo motiva, sino que también estimula la curiosidad. Todo lo anterior se ve reforzado con el manejo de nuevas tecnologías que logran la agilidad en el cálculo y la visualización de los procesos.

Esta metodología trabaja competencias como: interpretar modelos de situaciones reales y manejar otros, usar símbolos y herramientas tecnológicas para la matematización de procesos, representar, plantear y resolver problemas. Hay otras, fundamentales, que o se abordan colateralmente, o no se trabajan con el alumno. Destacamos especialmente tres:

1. *Pensar y Razonar Matemáticamente*. El alumno debe:
  - saber proponer cuestiones de las Matemáticas (¿Cuántos?, ¿Cómo encontrarlos?, ¿Qué implica?, ...) y conocer los tipos de respuesta que estas ofrecen (si..., entonces..., etc.),
  - entender y saber utilizar conceptos matemáticos, conocer su extensión y limitaciones,
  - saber pasar de lo concreto a lo abstracto,
  - distinguir entre diferentes tipos de enunciados matemáticos: definiciones, teoremas, hipótesis, conjeturas, afirmaciones condicionadas,...
2. *Argumentar Matemáticamente*. El estudiante debe:
  - seguir y evaluar cadenas de argumentos de diferentes tipos tanto propios como presentados por otros individuos,
  - conocer lo que es una demostración, descubrir sus ideas básicas y diferenciarla de otros razonamientos matemáticos,
  - diseñar y expresar argumentos matemáticos formales que pueden ser transformados en demostraciones válidas.
3. *Comunicarse y comunicar con y sobre las Matemáticas*. El futuro Ingeniero debe de ser capaz de:
  - entender textos escritos y exposiciones orales con base y contenido matemático,
  - expresarse en forma oral o escrita sobre temas de contenido matemático usando la simbología propia y herramientas TICs que facilitan la transmisión y comprensión.

Estas tres competencias resultan transversales con modelar, plantear y resolver problemas. Y es que en suma: "Tener competencia matemática significa: poseer habilidad para comprender, juzgar, hacer y usar las matemáticas en una variedad de contextos intra y extra matemáticos y situaciones en las que las matemáticas juegan o pueden tener protagonismo" [12].

### **Propuesta Metodológica**

Si las competencias son capacidades para desarrollar una determinada actividad, su adquisición y desarrollo debe hacerse mediante el empleo de metodologías y recursos lo más adecuadas y próximas a la realidad posible. Así lo entiende el MEC en las orientaciones para la elaboración de los títulos [13]. Las propuestas europeas en este sentido, introducen el binomio tarea/actividad como elemento del programa formativo. Por tarea se entiende una propuesta de trabajo que parte del profesorado hacia el estudiante, mientras que la actividad es el trabajo que desarrolla el estudiante en función de la tarea encomendada. Es necesario que exista una relación explícita entre las tareas propuestas y las competencias a lograr, así como el seguimiento por parte del profesorado de las actividades realizadas por el estudiante.

El aprendizaje de las matemáticas, depende de la influencia del profesor, del dominio de su disciplina, del ámbito de sus competencias, del modo didáctico que implemente y particularmente, de su estilo de enseñanza, por lo que, si el profesor logra hacer compatible su estilo de enseñanza con el estilo de aprendizaje de los estudiantes, el rendimiento académico de estos probablemente será mayor [10]. Los índices de éxito, fracaso y abandono en el aprendizaje de las matemáticas, así como en el desarrollo de competencias, parecen estar asociados, entre otros aspectos, a la concordancia-discrepancia entre los estilos de aprender/enseñar que se da entre los estudiantes y los docentes.

Para superar lo anterior, el docente ha de reconocer las diferencias con sus estudiantes y entre ellos y debe diseñar actividades y experiencias que se correspondan con los estilos de aprendizaje. El implementar variantes metodológicas al estilo tradicional es lento y gradual pero hace posible que el aprendizaje pueda aportar las competencias requeridas.

En cuanto al sistema de evaluación, constituye un ingrediente fundamental del proceso de enseñanza-aprendizaje porque, de manera inevitable, el estudiante orienta su modo de trabajar en función de cómo va a ser evaluado. Se trata de diagnosticar el grado de consecución de los objetivos. Para ello, será preciso definir criterios de evaluación basados en indicadores que concreten el nivel de dominio de las competencias en cuestión y decidir qué pesos se les asigna, teniendo en cuenta el trabajo realizado por el estudiante y diseñando pruebas de evaluación acordes a las tareas propuestas previamente. Presentaremos algunos ejemplos de tareas diseñadas con el fin de trabajar y evaluar el aprendizaje de las competencias señaladas.

### **Pensar Matemáticamente: Aprendizaje Basado en Problemas (ABP)**

Al inicio de una materia, el estudiante no tiene suficientes conocimientos y habilidades que le permitan, en forma efectiva, resolver un problema. El ABP consiste en que un grupo de estudiantes de manera autónoma consiguen elaborar un diagnóstico de las necesidades de aprendizaje, construir el conocimiento y trabajar cooperativamente. En un proceso de aprendizaje tradicional (AT), el profesor asume el rol de experto o autoridad formal. En un proceso de aprendizaje basado en problemas el profesor tiene un rol de facilitador, tutor, guía, co-

aprendiz, asesor. Básicamente, las diferencias entre el AT y el ABP están en el carácter lineal del proceso de aprendizaje que se genera en el primero y el carácter cíclico del segundo [14].

*Objetivos:* Descubrir qué necesita conocer para avanzar en la resolución de la cuestión propuesta (diagnóstico de necesidades de aprendizaje). A lo largo del proceso, a medida que el estudiante progresa, se espera que sea competente en planificar y llevar a cabo intervenciones que le permitirán, finalmente resolver el problema de forma adecuada (construcción del conocimiento). Y todo ello, trabajando de manera cooperativa. El ABP, por un lado facilita, o fuerza, a la interdisciplinaridad y la integración de conocimiento, atravesando las barreras propias del conocimiento fragmentado en disciplinas y materias; por otro, incluye el desarrollo del pensamiento crítico en el mismo proceso de enseñanza y aprendizaje, no lo incorpora como algo adicional, sino que es parte constitutiva de tal proceso.

*Metodología:* Consiste en que un grupo de estudiantes de manera autónoma, aunque guiados por el profesor, deben encontrar la respuesta a una pregunta o solución a un problema de forma que al conseguir resolverlo correctamente suponga que los estudiantes tuvieron que buscar, entender e integrar y aplicar los conceptos básicos del contenido del problema así como los relacionados. En el AT, la identificación de necesidades de aprendizaje y la exposición de conocimientos está a cargo del profesor (tiene principio y fin en la actividad docente). En el ABP, el alumno adquiere el máximo protagonismo al identificar sus necesidades de aprendizaje y buscar el conocimiento para dar respuesta a un problema planteado, lo que a su vez genera nuevas necesidades de aprendizaje.

*Tarea:* ¿Por qué las multas de tráfico? La policía desea averiguar la velocidad exacta a la que circula un vehículo para descubrir si excede o no los límites legales establecidos para esa vía. El objetivo es llegar al Teorema de Valor Medio de Lagrange.

*Evaluación:* La *evaluación continua* nos parece razonable para esta tarea porque también el aprendizaje se logra como consecuencia de un proceso continuo, en el que hay tres momentos claves que permiten al profesor-tutor hacer el seguimiento del aprendizaje: su diagnóstico de los conocimientos necesarios, el desarrollo de los argumentos teóricos precisos y, por supuesto el trabajo del grupo a lo largo del proceso.

### **Argumentar: Taller de Lectura-Debate**

Tendemos a desligar las habilidades lectoras y de expresión oral y escrita del rendimiento en Matemáticas. Pero uno de los grandes problemas que enfrentan los estudiantes en la actualidad es el uso de los conocimientos matemáticos en la resolución de problemas que tienen que ser leídos de manera independiente para resolverse. Este asunto parece que se encuentra más vinculado a otras asignaturas que no son propiamente las matemáticas, sino al aprendizaje de la lengua. Más aún, la clave para obtener buenos resultados en los exámenes se encuentra en su competencia lectora. Lo anterior tiene que ver con tres variables: la comprensión lectora que posea, el uso de habilidades de pensamiento para resolver problemas (principalmente el

análisis y la síntesis) y los conocimientos matemáticos previos. Pero es que además, la matemática necesita del lenguaje natural para comunicar sus resultados, pero además le añade símbolos y fórmulas que son necesarios para comprenderla. La lectura de la matemática requiere además de comprender las palabras del lenguaje natural, entender el sentido, el significado de los símbolos y las fórmulas. No basta con leer literalmente.

*Objetivos:* Superar las dificultades en la identificación de las ideas principales de un texto, saber resumirlas y defenderlas en un foro de debate.

*Metodología:* Taller de Lectura y debate. La lectura es una actividad esencial para la formación. Estos talleres, con textos sobre las Matemáticas y el mundo, pueden contribuir a paliar la percepción de que la materia está alejada del mundo real. Partiendo del principio de que todo sujeto tiene un conocimiento, el papel del que cuestiona es propiciar inquietudes y dudas sobre el propio entendimiento a través de preguntas generadoras. Las preguntas permiten profundizar sobre un mismo tópico: “Cuando se aprende a formular preguntas –relevantes, apropiadas y sustantivas – se aprende a aprender y nadie nos impedirá aprender lo que queremos” (Moreira, 2005).

*Tarea:* Se ha elegido un texto que permite afianzar conceptos básicos de Matemáticas que, además son presentados de forma amena. “La Matemática: Definiciones y Modelos” es un texto del profesor D. Julio P. Lafuente López, catedrático de Álgebra de la Universidad Pública de Navarra que fue dictado como lección inaugural del curso 2005-2006 en dicha Universidad. Un mes antes del debate, todos los alumnos reciben el texto y la Ficha de Lectura o de Observador, según corresponda. En las fichas, los alumnos han de consignar: palabras clave y desconocidas, hacer un resumen del texto y una valoración global razonada, así como buscar datos biográficos del autor. Los alumnos de los subgrupos que actúan como observadores activos (también deben leer el texto) rellenan una ficha de opinión.

**Tabla 1. Ficha Lectura-Debate.**

<b>FICHA DE LECTURA-DEBATE</b>
<b>Lectura-debate:</b>
<b>Alumno:</b>
<ol style="list-style-type: none"><li>1) Cita seis (6) palabras que consideres clave o que destaquen en la lectura</li><li>2) Lista diez (10) palabras cuyo significado no conocías antes de la lectura y descríbelas brevemente.</li><li>3) Describe tres (3) hechos que se relacionen en el capítulo/libro que te hayan impactado especialmente (hecho histórico, científico, biográfico, imaginativo, etc.).</li><li>4) Realiza un resumen del tema principal del texto y ofrece un esquema donde se indiquen sus principales apartados (15-20 líneas).</li><li>5) Haz una valoración global razonada del texto</li><li>6) Investiga una breve biografía del autor.</li></ol>

Tabla 2. Ficha de evaluación de debate.

FICHA DE EVALUACIÓN DE DEBATE									
<b>Profesor:</b>									
Aspecto a evaluar					5	4	3	2	1
Alumno:				NOTA:					
<b>Expresión Oral</b>	Volumen, entonación, velocidad, seguridad y lenguaje corporal adecuados								
	Utiliza expresiones correctas y un vocabulario rico								
	No necesita leer la ficha continuamente								
	Argumenta adecuadamente								
	Es original y creativo								
	Escucha y relaciona su intervención con las de otros								
<b>Expresión escrita</b>	Es respetuoso								
	El resumen y el esquema son acertados (síntesis) y completos (análisis)								
	Presentación de la ficha								
Sintaxis, ortografía									

Tabla 3. Ficha Observador debate.

FICHA DE OBSERVADOR DE DEBATE	
Alumno observador:	
1)	¿Qué aspecto (idea, comentario, crítica, hecho, etc) de los contenidos que has escuchado te ha parecido más sorprendente?
2)	¿Cuál de los alumnos crees que lo ha hecho mejor (por lo que ha dicho y por cómo lo ha dicho)?

El debate tendrá una duración estimada de una hora. Los alumnos de dos de los subgrupos en que se divide el grupo grande, expresan sus opiniones y respuestas a las cuestiones y sugerencias del profesor-moderador. En otros debates se intercambian los papeles entre los subgrupos que debaten y los que observan.

*Evaluación:* Con la recogida de fichas de observador y lector, se valoran tanto en la expresión escrita, como en la intervención oral individual en el debate, la comprensión de los conceptos, la selección, organización e interrelación de la información, profundidad y claridad en el análisis y la argumentación, uso adecuado de los recursos bibliográficos, fluidez, corrección y adecuación en el uso de la lengua, así como aspectos como entonación, seguridad, etc.

### Comunicar: Técnica del Puzzle

La técnica del puzzle (Aronson, 1997) es una técnica de aprendizaje cooperativo que propone a un grupo de estudiantes recomponer, de forma autónoma, un tema del programa, que previamente ha sido fraccionado por el tutor. Para conseguirlo correctamente, han de: entender,

hacerse expertos, integrar y aplicar los conceptos aportados, así como los relacionados. El aprendizaje es protagonizado por el grupo de alumnos de forma autónoma y tiene carácter cíclico, generando nuevas necesidades de aprendizaje.

*Objetivos:* favorecer el aprendizaje auto-dirigido y el estudio continuado, desarrollar habilidades para relacionarse en grupo y exponer de forma asertiva el propio punto de vista, fomentando, en suma, la autonomía en el aprendizaje.

*Metodología:* El profesor descompone una lección en tres partes. Se hacen grupos de 6 alumnos y se asigna una parte a cada pareja de alumnos. Primera fase: tiempo de lectura individual (15 minutos). Segunda fase: se reúnen los encargados de la misma parte pero de diferentes grupos para aclarar las dudas surgidas (15 minutos). Tercera fase: vuelta al grupo original para que cada uno de los encargados, ahora expertos, expliquen al grupo su parte del tema (30 minutos). Cuarta fase: se resuelve en grupo un ejemplo propuesto por el profesor (30 minutos). Quinta y última fase: se resuelve un ejercicio individualmente (15 minutos).

*Tarea:* Proponemos el estudio de las ecuaciones diferenciales ordinarias lineales de segundo orden utilizando esta metodología. Mostramos en las Tablas 1, 2 y 3 un breve esquema del modo de actuar. Otro tema posible podría ser la Diagonalización de endomorfismos.

*Evaluación:* Se dispone de dos notas: La del ejercicio resuelto en grupo (cuarta fase) y la del ejercicio resuelto individualmente (quinta fase). La nota será la media de las dos pruebas.

Tabla 4. Bloque 1 del Puzle: Edos. Lineales 2º Orden

<p><b>Ecuaciones Diferenciales Lineales de Segundo Orden:</b> <math>y''+a(x)y'+b(x)y=f(x)</math> Solución general: <math>y = y_h + y_p</math> siendo <math>y_h</math> la solución general de la ecuación homogénea asociada e <math>y_p</math> una solución particular de la ecuación completa.</p> <p><b>Caso Homogéneo:</b> Ecuación homogénea asociada, caso de ser esta de coeficientes constantes: <math>y''+ay'+by=0</math>. Objetivo: encontrar dos soluciones particulares <math>y_1, y_2</math> linealmente independientes para, partiendo de ellas, formar la solución general: <math>y_h = C_1y_1 + C_2y_2</math>. Estudio de las raíces de la ecuación característica: <math>k^2 + ak + b = 0</math></p>
--

Tabla 5. Bloque 2 del Puzle: Edos. Lineales 2º Orden

<p><b>Ecuaciones Diferenciales Lineales de Segundo Orden:</b> <math>y''+a(x)y'+b(x)y=f(x)</math></p> <p><b>Caso No Homogéneo:</b> Vamos a determinar una solución particular de la ecuación completa. Presentaremos dos métodos para su búsqueda:</p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Método de los coeficientes indeterminados, y</li><li>2. Método de variación de constantes o método de Lagrange.</li></ol> <p><b>Estudio del Método de los Coeficientes Indeterminados.</b> Sólo para coeficientes constantes, en función de la forma de <math>f(x)</math>.</p>
---

**Tabla 6. Bloque 3 del Puzle: Edos. Lineales 2º Orden**

<p><b>Ecuaciones Diferenciales Lineales de Segundo Orden:</b> <math>y'' + a(x)y' + b(x)y = f(x)</math></p> <p><b>Caso No Homogéneo:</b> Vamos a determinar una solución particular de la ecuación completa. Presentaremos dos métodos para su búsqueda:</p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Método de los coeficientes indeterminados, y</li><li>2. Método de variación de constantes o método de Lagrange.</li></ol> <p><b>Estudio del Método de Variación de Constantes o Método de Lagrange.</b></p> <p>No es necesario que sea de coeficientes constantes. Se determina la solución general de la ecuación completa partiendo de la general de la ecuación homogénea asociada...</p>
---

La evaluación puede y debe ser continua. Las actividades de evaluación han de ser coherentes con el proceso de aprendizaje y la metodología seguidas y deben hacer referencia a la aplicación del conocimiento. La coherencia de la evaluación es esencial; coherencia con los objetivos de aprendizaje y con las competencias de la asignatura: medir aquello que se pretende enseñar y aprender.

### **Trabajos Relacionados**

Nuestro grupo de trabajo lleva varios años dedicado al estudio y diseño de diferentes actividades que mejoren el proceso de enseñanza-aprendizaje en el marco del EEES. Algunos de estos trabajos son: Web Platform for the integration of theoretical content and its applications in Engineering Degrees: The Wolfram Demonstrations Project, ICERI2012; EEES: Nuevas actividades de Enseñanza / Aprendizaje en asignaturas de Matemáticas, CTES2013; Group mentoring: Some experiences. Valencia Global 2014 y El Portafolio del Grupo y el del Profesor como Elementos de la Tutoría Grupal. XXIII CUIEET 2015.

### **Resultados y Conclusiones**

Al aplicar las metodologías propuestas hemos conseguido la implicación de los alumnos en el desarrollo de las clases pasando de ser receptores pasivos de información, a elementos activos que construyen su propio conocimiento, interactúan dentro del grupo y son capaces de buscar, entender, explicar y argumentar. Los estudiantes más receptivos hacia las dinámicas propuestas resultan ser los que presentan mayores deficiencias en Matemáticas y, consecuentemente, gran dificultad de adaptación a los estudios universitarios (especialmente los que provienen de ciclos formativos de la Formación Profesional) y nos han confirmado que les reportaron grandes beneficios en comparación con las clases magistrales. Destacamos la sorpresa expresada por los estudiantes al ver que logran los objetivos de aprendizaje a través de las técnicas de ABP y del Puzle de Aronson.

Por último, no podemos dejar de recordar que el aprendizaje de competencias requiere combinación de estrategias didácticas y atención tutorial orientadora, personalizada y aplicada a

contextos específicos. No hay que desdeñar la clase magistral, siempre orientada a la consecución de las competencias, así como utilizar los materiales y recursos necesarios para facilitar este aprendizaje por competencias. El trabajo en equipo, los estudios de casos, las tutorías en Red o las redes universitarias para el intercambio de conocimientos y experiencias son otras posibles metodologías adecuadas desde el enfoque de las competencias.

## **Referencias**

- [1] Goñi J. M. (2005). *El Espacio Europeo de Educación Superior, un reto para la Universidad*. Octaedro.
- [2] Echeverría B. (2002). *Gestión de la Competencia de Acción Profesional*. Revista de Investigación Educativa, Vol. 20.
- [3] Martínez P., Echeverría B. (2009). *Formación Basada en Competencias*. Revista de Investigación Educativa, Vol. 27.
- [4] [http://www.relint.deusto.es/TUNINGProject/spanish/doc\\_fase1/Tuning Educational.pdf](http://www.relint.deusto.es/TUNINGProject/spanish/doc_fase1/Tuning_Educational.pdf)
- [5] [Deseco.ch/bfs/deseeco/en/index/03/02\\_parsys.../2005.dscexecutivesummary.sp.pdf](http://Deseco.ch/bfs/deseeco/en/index/03/02_parsys.../2005.dscexecutivesummary.sp.pdf)
- [6] Villar L. M., de Vicente P. S., Alegre O. M. (2005). *Conocimientos, Capacidades y Destrezas Estudiantiles*. Ed. Pirámide.
- [7] Isis A., Gallino M. (2013). *Competencias Genéricas en Carreras de Ingeniería*. Ciencia y Tecnología, 13, 83 pp.
- [8] González J., Wagenaar R. (2003). *Tuning Educational Structures in Europe*. Informe Final.
- [9] Vázquez M.J., Cantón A., Pérez S. (2005). *Competencias Relacionadas con las Matemáticas en el Marco de la Convergencia Europea*. Grupo de Innovación Educativa de la Universidad Politécnica de Madrid: "Mejora del Aprendizaje de las Matemáticas en las Ingenierías".
- [10] Domingo J., Gallego A. *Los Estilos de Aprendizaje y la Enseñanza de las Matemáticas*. Nevot Luna. . Vol. 19, Num. 1
- [11] [PISA 2015 - OECD.org https://www.oecd.org/pisa/pisa-2015-results-in-focus-ESP.pdf](https://www.oecd.org/pisa/pisa-2015-results-in-focus-ESP.pdf)
- [12] [http://sec/monograficos\\_sec/ccbb\\_ceppriego/mates/aspgenerales/Competencias\\_basicas\\_en\\_Educacion\\_Matematica\\_Gonzalez\\_Mari.pdf](http://sec/monograficos_sec/ccbb_ceppriego/mates/aspgenerales/Competencias_basicas_en_Educacion_Matematica_Gonzalez_Mari.pdf)
- [13] Riesco González M. (2008). *El enfoque por competencias en el EEES y sus implicaciones en la enseñanza y el aprendizaje*. Tendencias Pedagógicas Vol. 13.
- [14] Morales P., Landa V. (2004). *Aprendizaje Basado en Problemas*. Theoria, Vol. 13.



## Riesgos Psicosociales del Docente Universitario

Pilar L. González-Torre<sup>a</sup>, María A. García García<sup>b</sup> y Patricia Peña Alonso<sup>c</sup>

<sup>a</sup>Universidad de Oviedo, [pilargt@uniovi.es](mailto:pilargt@uniovi.es), <sup>b</sup>Universidad de Oviedo, [magarc@uniovi.es](mailto:magarc@uniovi.es), <sup>c</sup>Universidad de Oviedo

---

### **Abstract**

*During last decade in the university the teaching function has had a great evolution, which has affected and demanded great changes in its approach. In this context the university teacher has been exposed to psychosocial risks with more intensity. This research has been carried out at the University of Oviedo. Three different evaluation methods have been applied in order to identify psychosocial risk factors that are present in the work environment. The results obtained show a high exposure of teacher to burnout syndrome, then immediate and specific measures would be required.*

*Keywords: Life quality; University teaching; Psychosocial risk; Evaluation; Work conditions.*

---

### **Resumen**

*En la última década la función docente universitaria ha tenido una gran evolución, lo cual ha afectado y exigido grandes cambios en su enfoque. Con todo ello el docente se ha visto expuesto con mayor intensidad a riesgos psicosociales. Este estudio de evaluación psicosocial se lleva a cabo en la Universidad de Oviedo. Para desarrollar el mismo e identificar factores de riesgo psicosocial que estén presentes en el entorno de trabajo se han aplicado tres métodos de evaluación diferentes. En los resultados obtenidos se observa una exposición elevada al síndrome de burnout del docente universitario, ante el cual se requiere medidas específicas inmediatas..*

***Palabras clave:** Calidad de vida; Docencia universitaria; Riesgo psicosocial, Evaluación, Condiciones de trabajo.*

## **Introducción**

Trabajar como docente tiene aspectos psicosociales específicos sobre todo relacionados con el alumnado, lo que supone una exigencia emocional con potencial efecto sobre la salud. La evaluación de riesgos debería adaptarse a la realidad de los docentes y añadir algunas dimensiones específicas como las exigencias derivadas del trato con alumnos desmotivados, indisciplinados o grupos de gran diversidad. Los principales riesgos psicosociales a los que están expuestos son (Lara y Pando, 2014; Correa-Correa, 2012): estrés laboral, burnout, violencia laboral, mobbing, adicción al trabajo y trabajo emocional.

El **estrés laboral** se caracteriza por altos niveles de excitación y de respuesta y la frecuente sensación de no poder afrontarlos (Moreno Jiménez y Báez León, 2010). Los profesores, junto al personal sanitario y los bomberos, registran los niveles más elevados de estrés en su entorno laboral (Cladellás y Castelló, 2011; Ghaddar, Mateo y Sánchez, 2008; Johnson et al., 2005).

Un segundo riesgo psicosocial del docente es el **síndrome de estar quemado o burnout**. Dale (1979) lo entiende como una consecuencia del estrés laboral mientras que Maslach y Jackson (1986) lo ven como un síndrome tridimensional caracterizado por agotamiento emocional, despersonalización y reducida realización personal. En resumen, se da en las profesiones que mantienen un contacto constante y directo con los beneficiarios en una relación de ayuda o servicio. En el campo de la docencia, Arís (2009) contempla el malestar del profesorado con este síndrome.

Un tercer factor de riesgo psicosocial del docente es la **violencia laboral**, entendida como toda acción, incidente o comportamiento que se aparta de lo razonable en la cual una persona es asaltada, amenazada, humillada o lesionada como consecuencia directa de su trabajo, con el uso deliberado de la fuerza física o el poder (OMS, 2002), y un rasgo de las nuevas formas y estilos de vida (urbanas, anónimas, aceleradas y competitivas).

En cuarto lugar, se encuentra el **absentismo**, entendido como toda ausencia del trabajo, justificada o no (Llaneza, 2009). Incluye bajas, permisos retribuidos, faltas no justificadas, asambleas, huelgas, incumplimiento de la jornada laboral completa, etc.

Pasando al **acoso psicológico en el trabajo o mobbing**, Leymann (1996) lo definió como el suceso donde una persona o grupo ejerce una violencia psicológica extrema, sistemáticamente (al menos una vez por semana) y durante un tiempo prolongado (más de seis meses) sobre otro individuo en el lugar de trabajo, produciendo un daño psicológico o físico que a menudo conlleva bajas continuadas y, en ocasiones, el fin anticipado de su vida laboral.

Un sexto factor psicosocial es la **adicción al trabajo** o *workalcoholic*. No es lo mismo disfrutar del trabajo y/o estar comprometido con una organización (*engagement*) que pensar exclusivamente en el trabajo sintiendo verdadero placer cuando se está en la oficina y con la mente ocupada con los compromisos laborales (Llaneza, 2009).

Por último, está el **trabajo emocional**, concepto acuñado por Hochschild (1983) que lo definió como el control de los sentimientos para crear manifestaciones corporales y faciales observables públicamente. Posteriormente, Morris y Fieldman (1996) lo definen como el esfuerzo, la planificación y la necesidad de control para expresar las emociones deseadas organizadamente durante el intercambio interpersonal.

En este trabajo se analiza qué factores están presentes en los entornos de trabajo de los docentes universitarios que, de no prevenirse adecuadamente, serán la causa de la aparición de riesgos psicosociales. En el segundo apartado se muestra la dificultad de medición de los riesgos psicosociales y se detallan brevemente las metodologías utilizadas en este estudio cuya aplicación y resultados obtenidos en el caso de la Universidad de Oviedo se detallan en el tercer apartado. Finalmente en el apartado 4 se recogen las conclusiones del estudio.

### **Metodología de evaluación de riesgos psicosociales**

La evaluación psicosocial persigue como objetivo, identificar factores de riesgo y establecer medidas de mejora para prevenir daños. En la práctica, puede resultar más compleja por la dificultad de establecer una relación causal directa entre factor de riesgo y daño. Existen numerosos procedimientos para identificar y evaluar, los riesgos psicosociales. Se describen a continuación los utilizados en el presente trabajo. Se ha elegido el **método ISTAS 21** porque está estandarizado a nivel internacional y validado en España, se puede adaptar al trabajo desempeñado por los docentes universitarios, se adecua al número de trabajadores de la institución evaluada, y el análisis de los datos es sencillo al poder compararlos con una población de referencia. El método ISTAS21 (2003) es una adaptación del cuestionario psicosocial de Copenhague (CoPsoQ), incluyendo 21 dimensiones. Utiliza el cuestionario individual, anónimo, confidencial y de respuesta voluntaria. El análisis de los datos está estandarizado y se puede realizar a través de una aplicación informática de uso muy sencillo. Permite detectar áreas de mejora y desarrolla alternativas más saludables de la organización del trabajo, pudiendo además adaptarse a situaciones propias de la entidad evaluada. Es el procedimiento más extendido, revisado y actualizado (Guàrdia, 2008).

Como complemento al método ISTAS 21 se ha escogido el **método MBI-GS** para evaluar el síndrome de estar quemado en los docentes por ser útil para una primera medida del burnout en una organización y permite la comparación de los resultados con una muestra normativa de la población española trabajadora. El cuestionario *Maslach Burnout Inventory* (MBI) mide 3 dimensiones del *burnout* en educadores y personal del sector servicios: agotamiento emocional, despersonalización y realización personal (Maslach y Jackson, 1986).

El **método ERGOS** es el que mejor se adapta a una evaluación de riesgos psicosociales y al trabajo docente. Desarrollado en 1989, facilita de forma sencilla una indicación de los factores de riesgo no físicos existentes en el puesto de trabajo. El concepto de carga de trabajo mental objetiva es abordada de modo práctico mediante un sencillo cuestionario.

### **Análisis de riesgos psicosociales de un puesto docente**

Elegidos los métodos, se procedió a compendiarlos en un único cuestionario. Luego fue enviado electrónicamente a los docentes de la EPI Gijón (UO) entre el 10 de junio y el 9 de julio de 2013. La respuesta fue voluntaria y anónima. La tasa de respuesta obtenida fue del 16,3%, que aunque relativamente baja, es aceptable para una primera exploración.

2/3 de la muestra son hombres, predominando los profesores entre los 36 y 55 años. Más del 70% son funcionarios y el 13,1% con contrato indefinido. Aproximadamente el 80% llevan prestando sus servicios como profesores universitarios durante más de 10 años. Un 93,2% trabajan a tiempo completo y jornada partida (mañana y tarde). El 70% puede elegir la hora de entrada y de salida del trabajo. Una parte relevante de la plantilla (29,7%) cobra neto al mes unos 2.500 euros. Además el 92% realiza un trabajo que se corresponde con su categoría profesional, y el 90% han progresado en su carrera docente universitaria.

Comenzando a analizar la prevalencia de la exposición (**método ISTAS 21**-tabla 1), se observa que el porcentaje de exposición de los docentes a 7 dimensiones (exigencias psicológicas cuantitativas, claridad de rol, conflicto de rol, doble presencia, previsibilidad, apoyo social de los superiores y calidad de liderazgo) es más alta que la exposición de la población de referencia (más del 50% en la columna roja). También se han de tener en cuenta otras 2 dimensiones (estima y exigencias psicológicas cognitivas) ya que presentan un nivel de exposición a la situación más desfavorable para la salud ligeramente inferior al de la población de referencia.

Analizando de una forma más exhaustiva las exposiciones de más a menos problemáticas identificadas, las **exigencias psicológicas cuantitativas** se definen como la relación entre la cantidad de trabajo y el tiempo disponible para realizarlo. Un 70,3% de los trabajadores de la EPI Gijón está expuesto a la situación más desfavorable respecto a este tipo de exigencias (tabla 1). Aproximadamente un tercio de los docentes tiene que trabajar muy rápido la mayor parte de su tiempo de trabajo. La irregularidad de la distribución de las tareas hace que se les acumule el trabajo haciendo que el 25,7% de los docentes no tenga tiempo suficiente. Los hombres están expuestos a la situación más desfavorable con una diferencia porcentual con respecto a las mujeres de un 12%. Además, se obtienen grandes diferencias por edades, en concreto hay una diferencia del 50% superior en empleados entre 26 y 35 años con respecto a los mayores de 55 años. También a medida que aumenta la edad este factor psicosocial va disminuyendo. A mayor antigüedad, menores son las exigencias cuantitativas.

La **claridad de rol** es el conocimiento sobre la definición de las tareas a realizar, objetivos, recursos a emplear y margen de autonomía en el trabajo. Un 67,6% está expuesto a la situación más desfavorable. La mayoría (85,1%) sabe exactamente que tareas son de su responsabilidad. Sin embargo, sólo el 21,6% conoce exactamente lo que se espera de él. Son los hombres los que presentan mayor exposición a este riesgo con una diferencia porcentual cercana al 40%. A medida que aumenta la edad, la exposición a la claridad de rol va

disminuyendo progresivamente. Solo en el caso de docentes con más de 55 años la situación es menos preocupante. Por antigüedad los empleados con menos de 2 años de experiencia están totalmente expuestos a sufrir este riesgo psicosocial. Solo personal docente con más de 20 años de permanencia en su puesto de trabajo deja de estar expuesto a este riesgo.

Tabla 1. Organización de las exposiciones en función de la prevalencia

MÁS ↑ ↓ MENOS PRO- BLEMÁTICAS O FAVORA- BLES	Dimensión	Más desfa- vorable	Situación intermedia	Más favo- rable
		Exigencias psicológicas cuantita- tivas	70,3	23,0
	Claridad de rol	67,6	31,1	1,4
	Conflicto de rol	67,6	32,4	0,0
	Doble presencia	66,2	29,7	4,1
	Previsibilidad	60,8	37,8	1,4
	Apoyo social de los superiores	55,4	25,7	18,9
	Calidad de liderazgo	52,7	25,7	21,6
	Estima	47,3	35,1	17,6
	Exigencias psicológicas cogniti- vas	43,2	50,0	6,8
	Posibilidad de relación social	37,8	17,6	44,6
	Exigencias psicológicas emocio- nales	36,5	54,1	9,5
	Sentimiento de grupo	27,0	44,6	28,4
	Inseguridad sobre el futuro	25,7	55,4	18,9
	Apoyo social de los compañeros	21,6	51,4	27,0
	Sentido del trabajo	17,6	35,1	47,3
	Esconder emociones	12,2	54,1	33,8
	Control de los tiempos a disposi- ción	12,2	35,1	52,7
	Compromiso	9,5	25,7	64,9
	Influencia	4,1	32,4	63,5
	Posibilidades de desarrollo	1,4	14,9	83,8

El **conflicto de rol** hace referencia a las exigencias contradictorias que se presentan que puedan suponer conflictos de carácter profesional o ético. Un 67,6% está expuesto a la situación más desfavorable para la salud. El 63,5% sienten que realizan tareas que deberían de hacerse de otra manera. Esto provoca que aproximadamente un 60% realice acciones que le parecen innecesarias. Por edades los docentes entre 36 y 55 años son los que tienen una exposición menor. A medida que aumenta la antigüedad, también se incrementa la exposición, aunque a partir de los 5 años no se reflejan diferencias significativas.

La **doble presencia** se refiere a las exigencias sincrónicas, simultáneas, tanto del ámbito laboral como del ámbito doméstico-familiar. Son altas cuando los requerimientos laborales interfieren con las familiares. Un 66,2% está expuesto a la situación más desfavorable respecto a la doble presencia. El 48,6% nunca o casi nunca tiene momentos en los que necesitarían estar en el trabajo y en casa a la vez. Hay diferencias por sexo, siendo superior para las mujeres (García, Iglesias, Saleta y Romay, 2016), por el rol que tradicionalmente desempeñan del trabajo doméstico (Álvaro-Page, 1996; Bonino-Mendez, 2001; Durán-

Heras, 1987; McMahon, 1999 y Meil-Landwerlin, 1997). Según la edad, la mayor exposición se da entre los 36 y 45 años (78%<sup>=</sup>). A partir de los 46 años comienza a disminuir. Por antigüedad, disminuye con el tiempo.

La **previsibilidad** consiste en disponer de la información adecuada, suficiente y a tiempo para poder realizar de forma correcta el trabajo y para adaptarse a los cambios. Está relacionada con el riesgo de doble presencia ya que disponer de una mayor anticipación conlleva una mejora en la organización del tiempo laboral y personal. Un 60,8% de profesores está expuesto a la situación más desfavorable. El 32,4% no recibe toda la información necesaria para realizar correctamente su trabajo. Por sexo, se observa una diferencia porcentual del 7% más desfavorable para los hombres, estando ambos sexos en situación de riesgo.

El **apoyo social de los superiores** es recibir la ayuda necesaria y cuando se necesita por parte de los superiores. Un 55,4% está expuesto a la situación más desfavorable. El 40% no tiene conversaciones con su superior sobre la realización de su trabajo. Sin embargo, aproximadamente el 50% de los superiores está dispuesto a escuchar los problemas de su personal a cargo. Por sexos, las mujeres están en una situación más desfavorable con una diferencia porcentual del 19%. Los docentes entre 36 y 45 años están en la situación más desfavorable. Los profesores con menos de 5 años trabajados es el grupo más expuesto.

La **calidad del liderazgo** es la eficacia de la gestión de equipos humanos que realizan los mandos inmediatos. Un 52,7% está expuesto a la situación más desfavorable. El 30% de los jefes inmediatos no se interesan porque los docentes a su cargo tengan buenas oportunidades de desarrollo profesional y poco más de 1/3 de los jefes inmediatos planifican bien el trabajo. Por género, las mujeres están más expuestas con una diferencia porcentual del 11%. Según edad la situación más desfavorable (60%) es para la franja de edad de 36 a 45 años. Por antigüedad la situación más favorable son empleados con menos de 2 años trabajados.

La **estima** se refiere al respeto al reconocimiento, y trato justo a cambio del esfuerzo invertido en el trabajo. Un 47,3% está expuesto a la situación más desfavorable. Un 81,1% nunca o solo alguna vez ha sido tratado injustamente y aproximadamente 1/2 siente que recibe el apoyo suficiente en situaciones difíciles. Por sexos no se encuentran diferencias (ambos por debajo del 50% de exposición). La edad tampoco presenta diferencias (todas las franjas cercanas al 50% expuestos a la situación más desfavorable). Según la antigüedad no se muestran diferencias significativas entre más de 2 y menos de 20 años, estando un 50% en la situación más desfavorable. A partir de los 20 años de antigüedad, se reduce al 41%.

Las **exigencias psicológicas cognitivas** (manejo conocimientos) tienen que ver con el diseño y el contenido de las tareas, su nivel de complejidad y variabilidad y el tiempo establecido para realizarlas. Un 43,2% está expuesto a la situación más desfavorable. La gran mayoría de los docentes tiene que manejar muchos conocimientos a la hora de realizar su trabajo y un 42% necesita memorizar muchas cosas. Las mujeres están más expuestas con una diferencia porcentual del 13,3%. Los mayores de 55 años son, con diferencia, los más expuestos. Además los que llevan prestando sus servicios entre 5-10 años son los más expuestos.

La **posibilidad de relación social** hace referencia a las oportunidades reales que se tienen en el trabajo para relacionarse con los compañeros. Un 37,8% está expuesto a la situación más desfavorable. La mayoría no se encuentran aislados y pueden hablar con ellos durante la jornada laboral. Los hombres están más expuestos presentando una diferencia porcentual del

20%, aunque dentro de la normalidad. Todos los rangos de edad están por debajo del nivel tolerable, aunque entre los 36 y 45 años se encuentran cerca de sobrepasar dicho límite. Por antigüedad, con menos de 2 años trabajados están expuestos a la situación más desfavorable.

Las **exigencias psicológicas emocionales** son los requerimientos para no involucrarse en la situación emocional derivada de las relaciones interpersonales del trabajo, especialmente en la prestación de servicios a las personas, y que pueden comportar la transferencia de sentimientos y emociones con éstas. Un 36,5% está expuesto a la situación más desfavorable. Aproximadamente a 1/3 les cuesta olvidar sus problemas de trabajo. También la mayoría creen que su trabajo no es desgastador emocionalmente. Las mujeres están expuestas a la situación más desfavorable con un porcentaje del 20% superior. La franja de edad de 26-35 años es la más expuesta con un porcentaje de prevalencia del 50%. A medida que aumenta el tiempo trabajado este riesgo va disminuyendo. Los docentes con menos de 2 años de antigüedad se encuentran expuestos en su totalidad.

El **sentimiento de grupo** es la sensación de formar parte del colectivo humano con el que se trabaja cada día (indicador de la calidad de las relaciones en el trabajo); es el componente emocional del apoyo social y está relacionado con las posibilidades de relación social. Un 27,0% está expuesto a la situación más desfavorable. La mayoría tiene un buen ambiente de trabajo con sus compañeros, siente que forma parte de un grupo y recibe y da ayuda a sus compañeros. Las mujeres están más expuestas con una diferencia porcentual aproximadamente del 10%. El sentimiento de grupo no supone un riesgo para los docentes en estudio de ningún sexo. Todos los rangos de edad tienen una prevalencia de exposición a la situación más desfavorable por debajo del 50%, aunque la franja de edad entre 26-35 años está cercana al límite. A medida que aumenta el tiempo trabajado el sentimiento de grupo se incrementa. Es decir, este factor de riesgo psicosocial desaparece con el tiempo en el puesto.

La **inseguridad sobre el futuro** es la preocupación en relación a la pérdida del empleo y a los cambios no deseados de condiciones de trabajo fundamentales (horario, tareas, contrato, salario, etc.). Un 25,7% está expuesto a la situación más desfavorable. 1/2 de los docentes están poco o nada preocupados con respecto a la dificultad de encontrar trabajo en el caso de que se quedaran sin él pues la mayoría (un 85%) son funcionarios o fijos. Otro dato a destacar es que la mayoría están preocupados por posibles reducciones del salario. Esta investigación se ha llevado a cabo durante una crisis económica por lo que este dato podría variar en el tiempo. Por sexos ambos se encuentran en una situación aceptable, por debajo del 50% de exposición, aunque hay una diferencia porcentual de un 15% superior en las mujeres. El rango de edad entre los 46-55 años se encuentra en la situación más desfavorable. En cuanto a la antigüedad tienen una exposición a la situación más desfavorable por debajo del 20%.

El **apoyo social de los compañeros** es recibir la ayuda necesaria y cuando se necesita para realizar bien el trabajo. Un 21,6% está expuesto a la situación más desfavorable. La mayoría reciben ayuda y apoyo de sus compañeros y hablan con ellos sobre cómo llevan a cabo su trabajo. Existe una diferencia del 15,7% en la situación más desfavorable para las mujeres. A pesar de esto, ambos sexos están dentro de los límites aceptables. Por edad se han obtenido también valores aceptables. Por antigüedad los profesores con menos de 2 años de antigüedad están expuestos en su totalidad a la situación más desfavorable.

En el **sentido del trabajo**, además de tener empleo e ingresos, el trabajo debe poder relacionarse con otros valores (utilidad, importancia social, aprendizaje, etc.), lo que ayuda a afrontar de una forma más positiva sus exigencias. Un 17,6% está expuesto a la situación

más desfavorable. Las tareas que llevan a cabo son importantes y tienen sentido, lo que hace que se sientan comprometidos con su profesión. Por sexos no se observan diferencias significativas. Por edad, la exposición a la situación más desfavorable es inferior al 31%. Lo mismo ocurre con la antigüedad (valor de prevalencia menor al 22% en todos los rangos).

**Esconder emociones** se refiere a las exigencias para mantener una apariencia neutral independientemente del comportamiento de usuarios o clientes, especialmente en los puestos cuyas tareas centrales son prestar servicios a las personas; aunque en menor medida este tipo de exigencias también pueden tener que ver con la relación con superiores y compañeros de trabajo o con proveedores u otras personas ajenas a la empresa y, por lo tanto, localizarse en otros puestos de trabajo. Un 12,2% está expuesto a la situación más desfavorable. El 62,2% no tiene que callar su opinión ni tampoco esconder sus emociones. Por sexo, edad y antigüedad, todos los porcentajes están por debajo de los límites establecidos. Por tanto, este riesgo psicosocial no está presente en el entorno laboral docente.

El **control de los tiempos a disposición** identifica el margen de autonomía sobre algunos aspectos del tiempo de trabajo y de descanso (pausas, vacaciones, ausencias de corta duración, etc.). Puede contribuir a integrar con éxito las necesidades del trabajo y de la vida privada. Un 12,2% está expuesto a la situación más desfavorable. La mayoría tiene capacidad para decir cuándo hacer un descanso. Sólo un 29,7% puede coger vacaciones cuando lo desea, pero el 71,6% puede abandonar el puesto de trabajo por un asunto familiar o personal durante al menos una hora sin tener que pedir un permiso especial. En los análisis por sexo y edad, todos están dentro de los límites. Los docentes con menos de 2 años de antigüedad están totalmente expuestos, aunque este riesgo disminuye a medida que aumenta la antigüedad.

El **compromiso** se refiere a la implicación de cada trabajador con su trabajo, considerado como la actividad laboral y la globalidad de circunstancias en las que ésta se desarrolla. Un 9,5% de los docentes está expuesto a la situación más desfavorable. La gran mayoría querría seguir prestando sus servicios universitarios el resto de su vida laboral frente a un 5,4% que desearía dejarlo. Aproximadamente 2/3 siente que los problemas de la entidad son también suyos e indican que la empresa tiene gran importancia para ellos. Sin embargo, menos de 1/22 de los docentes hablan con entusiasmo de ella con otras personas. Por sexos no existen diferencias porcentuales apreciables y no supone un riesgo para la salud (por debajo del 10% de exposición). Los empleados entre 26-35 años tienen un porcentaje de prevalencia del 50%. Por antigüedad la situación más desfavorable disminuye a medida que aumentan los años trabajados, lo que hace que los docentes mayores de 55 años sean los más comprometidos.

La **influencia** es el margen de autonomía en el día a día del trabajo. Un 4,1% está expuesto a la situación más desfavorable. 2/3 tienen mucha influencia a la hora de tomar decisiones que afecten a su trabajo y siente que su opinión tiene importancia a la hora que se le asignen las tareas. Además, la gran mayoría pueden decidir sobre el orden en el que se las realizan.

La **posibilidad de desarrollo** se refiere a las oportunidades que ofrece la realización del trabajo para poner en práctica conocimientos, habilidades y experiencia y adquirir nuevos. Un 1,4% de los docentes está expuesto a la situación más desfavorable. Su trabajo requiere iniciativa, aprender cosas y aplicar habilidades y conocimientos todos los días. Además, para 2/3 su trabajo es variado y solo el 2,7% cree que es monótono. En los análisis por sexo, edad y antigüedad se obtiene que no hay riesgo para la salud.

La exposición de los docentes universitarios a las 7 dimensiones psicosociales mencionadas en primer lugar exige medidas preventivas específicas para tratar de minorar los daños sobre el colectivo de docentes universitarios. Las dimensiones estima, exigencias psicológicas cognitivas, posibilidad de relación y exigencias psicológicas emocionales tienen un nivel de exposición intermedio pero también pueden dar lugar a problemas de salud en ciertos rangos de población, por lo que habrá que proponer medidas preventivas específicas de actuación sobre los individuos afectados. El resto de factores de riesgos psicosocial analizados por el método ISTAS21 no indican modo general un daño en la plantilla docente universitaria. Además como datos positivos se ha visto que los docentes tienen una satisfacción en el trabajo ligeramente superior. Después de este resultado general tras haber aplicado el método ISTAS21, se presentan los resultados del **método MBI-GS**, focalizado en el burnout.

El **agotamiento emocional** es la sensación de que ya no se puede dar más de sí mismo afectivamente, es decir, es una pérdida de energía o de los recursos emocionales propios. Se ha obtenido que los niveles predominantes de agotamiento de los docentes de la EPI Gijón (69%) son bajos, por lo que esta variable no debería afectar a la salud de dichos trabajadores, si bien (un 31% de los docentes) tiene un nivel de agotamiento alto.

El **cinismo** se refiere a una actitud distante hacia el trabajo, ante las personas objeto de él y/o ante los compañeros. Un 53% de los docentes está expuesto a un nivel alto de este factor psicosocial.

Por último, la **ineficacia profesional** se refiere a una percepción de no hacer adecuadamente las tareas y de ser incompetente en el trabajo. Un 53% de los docentes tiene una exposición baja al factor eficacia profesional.

Según el método MBI-GS la obtención de una prevalencia elevada a niveles altos de agotamiento y cinismo y bajos en eficacia profesional es un indicador de la existencia del síndrome de estar quemado en el trabajo. En este caso se han obtenido valores de exposición bajos de agotamiento por lo que esta variable no debería afectar a la salud de los docentes de la EPI Gijón. Sin embargo, algo más de la mitad de los docentes están expuestos al cinismo y a una ineficacia profesional. Es decir, aproximadamente la mitad de los docentes están expuestos al síndrome de estar quemado en el trabajo. Por ello, se recomienda tomar medidas preventivas al respecto.

Al comparar ambos métodos, ISTAS21 y MBI-GS, se obtiene que los docentes están satisfechos con su trabajo pero al aplicar el método MBI-GS se observa que el 47% de los mismos perciben que no hacen su trabajo adecuadamente. Por otro lado, con el método ISTAS21 se obtuvo una situación favorable a esconder emociones. Sin embargo, al aplicar el método MBI-GS aproximadamente la mitad de los docentes presentan una exposición elevada de cinismo. Esto quiere decir que tienen que esconder sus emociones para mantener una apariencia neutral ante los alumnos, de ahí que se obtenga un valor elevado en la variable cinismo. Por todo ello, y como prevención, se deberán tomar medidas preventivas para disminuir la exposición al síndrome de estar quemado en el trabajo.

Para completar los resultados obtenidos anteriormente se considera el **método ERGOS**. Los resultados muestran que el 98,6% de los docentes se encuentran en unas condiciones de trabajo dentro de los estándares de calidad internacionalmente aceptados respecto a la **carga mental**. Con este último método, que valora la presión de tiempos, la necesidad de atención, la complejidad, la monotonía de las tareas, las demandas generales, la necesidad de iniciativa,

el aislamiento, el horario de trabajo, las relaciones dependientes del trabajo y los procesos centrales, se obtuvo que los docentes universitarios de la EPI Gijón se encuentran en un 93,2% en unas condiciones de trabajo dentro de los estándares de calidad. El método ERGOS, al contrario de los métodos ISTAS21 y MBI-GS, no encuentra que el desempeño de funciones de los docentes universitarios produzca riesgos psicosociales a la salud de éstos.

Las medidas preventivas propuestas a continuación se centran en aquellos factores psicosociales con un porcentaje de trabajadores expuestos superior a un 50%. En cuanto a las exigencias psicológicas cuantitativas, la medida se centra en una mejora de la planificación y distribución del tiempo. Para ello se propone realizar una gestión del reparto de funciones, responsabilidades y delegación adecuada para cada puesto de trabajo, antigüedad, etc. Otra medida consiste en premiar la puntualidad en el inicio y fin de las actividades. El fin de esta medida preventiva es evitar provocar retrasos a otros compañeros. También se recomienda realizar una estimación del tiempo que llevará una actividad antes de impartirla con el objeto de que finalice a la hora prevista. Para ello se propone realizar un estudio de cargas laborales.

Algunos puestos pueden estar sobredimensionados o subdimensionados, por lo que es posible que haya tareas que puedan redistribuirse para equilibrar correctamente la dimensión de los puestos. Los beneficios son un ajuste de la carga de trabajo al tiempo disponible, con lo que se logra un aumento del rendimiento y de la calidad del trabajo realizado.

Otro factor psicosocial es la claridad de rol. Las medidas preventivas propuestas son definir los perfiles de cada puesto docente. Se han de establecer con claridad los objetivos, procedimientos, normas, competencias, funciones y responsabilidades de cada puesto de trabajo. Es importante establecer un procedimiento de revisión de los puestos de trabajo, con una periodicidad a corto plazo. Durante el mismo se establecerán los mecanismos para recoger propuestas de los diferentes puestos de trabajo de la EPI Gijón, se revisarán los puestos existentes y se emitirán nuevas ediciones de los mismos utilizando el proceso de comunicación definido previamente. Como beneficios se espera disponer de un conocimiento claro y preciso de las actividades que debe desempeñar cada empleado dentro de la empresa y facilita la correcta realización de las tareas asociadas al mismo, así como la autonomía de su realización.

En cuanto al factor conflicto de rol, se propone realizar un control de las emociones y definición de los puestos de trabajo (descripción del perfil de la persona que se requiere). Los beneficios que se consiguen es reducir la claridad de rol, desarrollar la profesionalidad docente y la promoción de la participación y la autonomía de los docentes.

Para aminorar la incidencia del factor doble presencia se propone flexibilizar la distribución de horarios de la jornada laboral y los procedimientos de acceso a permisos, teniendo en cuenta tanto las necesidades de la entidad y del trabajador. Además se deben considerar acciones formativas para la promoción de la salud. Para ello se proponen las siguientes acciones: banco de horas, planificación de horarios de trabajo que favorezcan la complementariedad de las obligaciones laborales y personales, sensibilización ante la “doble presencia”, canal informativo, o bonos de ayudas. Los posibles beneficios podrían ser : reducción del nivel de absentismo laboral, aumentar la fidelización de las personas, es decir, conseguir una retención del talento, mejorar la productividad y la gestión del tiempo empleado y aumentar de la competitividad de los docentes al aumentar la eficiencia de los recursos humanos.

Las medidas preventivas que se propone para abordar la previsibilidad sería fomentar la participación de las personas de la organización en la elaboración de la planificación, sistematizar las modificaciones en ésta y su comunicación mejorando los procedimientos y recursos de comunicación en el centro y generar protocolos de actuación eficaz para las situaciones conflictivas de repetición. Para ello se propone realizar las siguientes acciones: planificación de forma colaborativa, sistematización de los cambios de planificación, y fomento del compañerismo a través de la creación de premios e incentivos que refuercen las actitudes positivas y las experiencias solidarias. Los beneficios que se obtienen al aplicar estas medidas son favorecer la conciliación de la vida laboral con la familiar. Esto a su vez hace que se reduzcan los valores de estrés ligados a la incertidumbre en el entorno laboral.

Las medidas preventivas que se proponen para la dimensión de apoyo social de los superiores son: formación en dirección de equipos de trabajo, manual de incorporación o acogida, y establecer un tutor o mentor. Los beneficios que se obtienen con el conocimiento de que se va a fortalecer el apoyo por parte de los superiores proporciona a las personas de la organización una mayor confianza en la correcta realización de las funciones y tareas asociadas a un puesto de trabajo, esto aumenta la productividad de las personas al saber que, se recibirá una formación puntual y una atención a sus necesidades por parte de los superiores inmediatos. Además facilita la incorporación de nuevas personas a la organización.

Para mejorar la calidad de liderazgo se propone como medidas preventivas la evaluación del liderazgo y el desarrollo de habilidades directivas a través de la formación. Con este fin se proponen las siguientes acciones: evaluación del liderazgo (para ello se pueden aplicar la evaluación a 180 o 360 grados), y formación en habilidades directivas (gestión del tiempo, gestión del cambio, motivación, toma de decisiones, coaching, etc.).

## **Conclusiones**

En la evaluación de riesgos psicosociales realizada se han utilizado tres métodos. El primero es un método específico para evaluar riesgos psicosociales (método ISTAS21), el segundo es exclusivo para cuantificar el nivel del síndrome del quemado (burnout) en los docentes (método MBI-GS), y el último (ERGOS) es un método general para evaluar conjuntamente riesgos psicosociales y ergonómicos, prestando especial atención en la carga mental. Con el método ISTAS21 se obtuvo que los docentes universitarios están expuestos a una situación desfavorable para su salud en 7 de las dimensiones de riesgos psicosociales analizadas. Al aplicar el método MBI-GS se observa que aproximadamente la mitad de los docentes están expuestos al síndrome de burnout. Al comparar ambos métodos se aprecia que con el método ISTAS21 los docentes indican que están satisfechos con su trabajo pero al aplicar el método MBI-GS perciben que no hacen su labor adecuadamente. La diferencia de la información obtenida por ambos métodos se debe a que la muestra de referencia es distinta. En el primer método está compuesta por 7.612 trabajadores, mientras que en el segundo la muestra está formada por 1.963. Por otro lado, con el método ISTAS21 se obtuvo una situación favorable en la dimensión esconder emociones. Sin embargo, al aplicar el método MBI-GS presentan una exposición elevada de cinismo, lo que quiere decir que los docentes tienen que esconder sus emociones para mantener una apariencia neutral ante al alumnado. Con el método ERGOS se obtuvo que los docentes universitarios se encuentran en general en unas condiciones de trabajo dentro de los estándares de calidad. El método ERGOS, al contrario, no encuentra que el desempeño de funciones de los docentes universitarios produzca riesgos psicosociales. Este indica que el método ERGOS sirve para hacer una primera aproximación

de lo que ocurre dentro de una empresa a nivel general, pero no se pueden tomar como datos definitivos ya que con él se obtiene información muy diferente a la utilización de métodos específicos.

## **Referencias**

- Álvaro Page M. (1996). El uso del tiempo como indicador de discriminaciones entre género. Madrid: Instituto de la mujer
- Aris, N. (2009). Burnout syndrome in educators, *Electronic Journal of Research in Educational Psychology*, 7 (2), 829-848.
- Cladellás, R. y Castelló, A. (2011). University professors' stress and perceived state of health in relation to teaching schedules, *Electronic Journal of Research in Educational Psychology*, 9 (1), 217-240.
- Correa-Correa, Z. (2012). El Síndrome de Burnout en Profesores Universitarios de los Sectores Público y Privado, *Epidemiología y Salud*, 1 (2), 19-24.
- Dale, M.R. (1979). Preventing worker Burnout in child welfare. *Child Welfare*, 58 (7), 443-450.
- García, M.M., Iglesias S., Saleta M., Romay J. (2016). Riesgos psicosociales en el profesorado de enseñanza universitaria: diagnóstico y prevención. *Journal of Work and Organizational Psychology*, 32, 173-182.
- Ghaddar, A., Mateo I., Sánchez P. (2008). Occupational stress and mental health among correctional officers: a cross-sectorial study, *Journal of Occupational Health*, 50, 92-98.
- Guàrdia, J. (2008). Taller Profesional de Prevención sobre Riesgos Psicosociales. Andalucía: Instituto Andaluz de Prevención de Riesgos Laborales.
- Johnson, S.; C. Cooper, S. Cartwright, I Donald, P. Taylor, C. Miller (2005). The experience of work related stress across occupations, *Journal of Managerial Psychology*, 20 (2), 178-187.
- ISTAS21 (2003). Método CoPsoQ: Instrumento para la Prevención de Riesgos Psicosociales. Barcelona: Paralelo ediciones
- Lara Sotomayor J.E.; Pando Moreno M. (2014). El Mobbing y los Síntomas de Estrés en Docentes Universitarios del Sector Público, *Ciencia & Trabajo*, 16 (49), 43-48.
- Leymann, H. (1996). Mobbing at work and the development of posttraumatic stress disorder. *European Journal of Work and Organizational Psychology*, 5, 251-275.
- Llaneza, J. (2009). Ergonomía y Psicología aplicadas. El manual del especialista. Valladolid: Lex Nova
- Maslach, C. y Jackson, S.E. (1986). Maslach burnout inventory. Manual Research Edition. Palo Alto, CA: Consulting Psychologist Press.
- Moreno Jiménez, B.; Báez León, C. (2010). Factores y Riesgos Psicosociales, formas, consecuencias, medidas y buenas prácticas. Madrid: Universidad Autónoma de Madrid.
- Morris, J. A. y Fieldman, D.C. (1996). The dimensions, antecedents and consequences of emotional labor. *Academy of Management Review*, 21, 986-1010.



## Face2Face una actividad para la orientación profesional

S. Menargues<sup>a</sup>, J. Pérez<sup>b</sup> y M.B. Sánchez<sup>c</sup>

<sup>a</sup> [sergi.menargues@upc.edu](mailto:sergi.menargues@upc.edu), <sup>b</sup> [jaume.perez@upc.edu](mailto:jaume.perez@upc.edu), <sup>c</sup> [maria.belen.sanchez@upc.edu](mailto:maria.belen.sanchez@upc.edu), Escola Politècnica Superior d'Enginyeria de Vilanova i la Geltrú (EPSEVG), Universitat Politècnica de Catalunya

---

### **Abstract**

*This paper assesses years-long good practice of the Escola Politècnica Superior d'Enginyeria (EPSEVG) of the Universitat Politècnica de Catalunya (UPC) at Vilanova i la Geltrú in organising, programming and disseminating its Face2Face forum. Face2Face aims to bring businesses closer to EPSEVG students and graduates through customised interviews, with a view to facilitating their access to the labour market. The assessment of three time series (amount of businesses, students and interviews) suggests that the intensity or amount of contacts between businesses and the University was a key success factor for this forum.*

**Key words:** *interviews, students, career guidance, good practice, quality.*

---

### **Resumen**

*El presente trabajo es un análisis retrospectivo de las buenas prácticas, llevadas a cabo desde sus orígenes en la organización, programación y difusión del foro Face2Face de la Escola Politècnica Superior d'Enginyeria de Vilanova i la Geltrú (EPSEVG), de la Universitat Politècnica de Catalunya (UPC). El objetivo del foro Face2Face es acercar las empresas a los estudiantes y graduados de la EPSEVG a través de entrevistas personalizadas y que de esta forma puedan iniciarse en el mundo laboral. Dicho análisis se ha realizado con el soporte del histórico de datos correspondiente a número de empresas, estudiantes y entrevistas. Del análisis de datos se detecta entre otros factores que la intensidad o número de contactos entre las empresas y la universidad es un factor determinante para el éxito del foro.*

**Palabras clave:** *Entrevistas, estudiantes, Orientación laboral, Buenas prácticas, Calidad.*

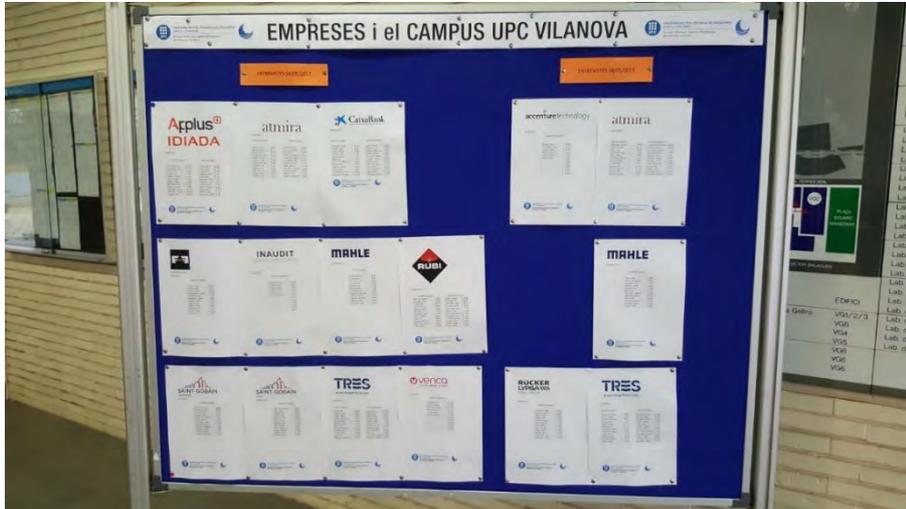
## **Introducción**

La primera edición del foro Face2Face de la EPSEVG tuvo lugar en el curso 2006/2007. El Face2Face pretende acercar de una manera directa al estudiantado al mundo empresarial, a la vez que mostrar a las empresas la realidad de los estudiantes, mediante entrevistas de trabajo que ofrecen un entorno idóneo para interrelacionar los diferentes colectivos.

Este foro es el punto de encuentro de los estudiantes, los recién titulados/das y las empresas, con el objetivo principal de buscar sinergias. En este foro que tiene una duración de 2 días, se llevan a cabo, previa inscripción de las empresas y de los estudiantes, entrevistas de trabajo en las que los estudiantes exponen sus currículums y las empresas buscan talento para cubrir puestos de trabajo o prácticas dependiendo del perfil que están buscando. Paralelamente, y bajo el paraguas de este foro, tienen lugar presentaciones de empresas interesadas en darse a conocer a los estudiantes, y presentar carreras profesionales dentro de su estructura.

A raíz de la aparición de los grados en el año 2008, este evento se incorporó en las memorias de las titulaciones como una práctica dentro de la orientación profesional de los estudiantes. Ésta, ha sido reconocida por la Agencia de Calidad Universitaria de Catalunya (AQU) como una buena práctica.

Tal como se ha comentado, el Face2Face es un evento encaminado a la orientación e inserción laboral de los estudiantes de la EPSEVG, uno de los aspectos característicos y diferenciadores del Face2Face son las entrevistas que se llevan a cabo por las empresas a los estudiantes. En función de los perfiles requeridos por las empresas y los currículums recibidos, se programan las entrevistas para cada una de las empresas participantes. La duración media de una entrevista o primer contacto entre empresa y candidato es de unos 15 minutos. La programación temporal de dichas entrevistas se expone en un tablón de anuncios, tal como se muestra en la imagen 1.



**Imagen 1. Plafón de consulta programación de entrevista por empresas.**

Las entrevistas (imagen 2) son un contacto directo y personal durante el que se efectúa un primer intercambio de impresiones, que puede dar lugar a unas prácticas en empresa o a una contratación laboral. En cualquier caso, empresas y estudiantes dialogan, la EPSEVVG se encarga de acercar estos dos agentes que, en un futuro no muy lejano, trabajarán en el mismo sector.



**Imagen 2. Entrevistas de las empresas con los estudiantes.**

Previo al foro, se organizan una serie de talleres impartidos por UPCAumni (Imagen 3), con el objetivo de dar una base a los estudiantes en el arte de afrontar una entrevista, como redactar y redactar un currículum directo y conciso. UPCAumni tiene como objetivo principal ofrecer servicios y recursos que faciliten la gestión de la carrera profesional a los titulados de la Universidad.



**Imagen 3. Taller UPCAumni.**

### **Trabajos Relacionados**

Para el análisis y discusión de este trabajo, se han analizado los informes de seguimiento de las titulaciones que, si imparten en la EPSEVG, así como el histórico de toda la documentación relativa a las empresas invitadas, organismos, estudiantes y número de entrevistas. Con el objetivo de analizar el efecto de este foro sobre la empleabilidad de los estudiantes, se estudiaron los datos estadísticos y de gestión facilitados por la propia UPC. Tal y como se verá más adelante, son muchos los factores que en su conjunto hacen que el resultado de este foro sea un éxito o no. Es por eso que se han analizado cada uno de estos factores por separado, y cada uno de ellos sobre el resto.

### **Metodología**

A continuación, se detalla la metodología empleada para la organización y programación del foro Face2Face y los talleres previos.

En primer lugar, se constituye el comité organizador, formado por los subdirectores de empresa y promoción, el administrador del centro, así como técnicos de promoción y relaciones

universidad-empresa. En esta primera reunión de organización y designación de roles se definen los trabajos que se llevarán a cabo para llevar a buen puerto el foro. También, se define un calendario de reuniones de seguimiento. La cronología de organización es la siguiente:

- 1) Al iniciarse el segundo cuatrimestre del año académico, en el mes de febrero se programan las fechas de celebración del foro Face2Face, puesto que se trata de una actividad que se repite año tras año, generalmente ésta cae en la primera o segunda semana del mes de mayo, en función de los actos que se realizan en la EPSEVG.
- 2) Se hace un primer contacto con los responsables y técnicos del servicio de carreras profesionales de la UPC, UPCAumni, para determinar los talleres que se ofrecerán a los estudiantes, concretándose fechas, estos talleres se programan una o dos semanas antes del Face2Face.
- 3) Esta es una de las acciones más importantes, convenir con los servicios informáticos la actualización de la web del Face2Face, concretando las fechas de impartición de los talleres y del evento. Se elaboran los formularios de inscripción, tanto de las empresas como de los estudiantes. A los estudiantes se les solicitan datos, como idiomas, especialidad o grado que están cursando, curso dentro del grado, una serie de datos personales, por último, se les solicita un currículum en formato pdf. A las empresas se les solicita el número de técnicos de recursos humanos que vendrá y si vendrán un único día o más, perfil de los candidatos y permisos para utilizar su logo o imagen corporativa.
- 4) Los mecanismos de difusión empleados, para llegar a los estudiantes son básicamente, correos electrónicos, redes sociales como son: Twitter, Facebook, Instagram, LinkedIn y cartelería por diferentes sitios de paso de la EPSEVG.
- 5) Paralelamente al resto de hitos, se han realizado contactos con las empresas que históricamente han venido al Face2Face, se invita a nuevas que quieran participar, de entre las existentes en la base de datos, las que se hayan podido detectar a través de las visitas que se hacen en busca de Convenios de Colaboración Educativa, Transferencia de Tecnología e Investigación. Se notifica a aquellas que han mostrado interés en participar por primera vez en el Face2Face. Algunas de las empresas que forman parte del Face2Face son: Mahle, Endesa, Prysmian, Applus Idiada, Rubi y un largo etcétera.
- 6) Programación y definición del público objetivo del correo de difusión. Tal como se ha comentado con anterioridad uno de los mecanismos de difusión es el correo electrónico, este correo se envía únicamente a los estudiantes de grado susceptibles a

realizar prácticas externas, queriendo esto decir que en su expedientes académico se puede ver que han superado el 50 % de las misma o su equivalente en créditos 120 ect. Este correo indica el inicio de las preinscripciones al foro por parte de los estudiantes.

- 7) Los últimos años con el objetivo de mejorar la participación de estudiantes en el foro, otro método de difusión ha sido visitar las aulas animando a los estudiantes a participar.
- 8) Una vez definida la fecha con los técnicos de UPCAlumni, se realizan los talleres. Estos talleres suelen estar orientados a dos aspectos fundamentales en la búsqueda de empleo o prácticas: afrontar con éxito la entrevista de trabajo, y realizar correctamente el Currículum Vitae.
- 9) Se inicia el período de preinscripción y al y conociendo las necesidades/perfil de cada una de las empresas, se organizan las tablas empresa-estudiantes con los respectivos horarios. Con el transcurso de las diferentes ediciones se ha llegado a la conclusión que para un primer contacto la entrevista debe durar entre 15 o 20 minutos, y de esta forma se programan las entrevistas. Se facilitan los currículums a las empresas, para que puedan preparar las entrevistas.
- 10) Se prepara la logística para el día del Face2Face:
  - a. Se habilita una zona para la recepción de las empresas.
  - b. Se disponen mesas, sillas, rótulos, puntos de red, toma de corriente, etc
  - c. Se identifican las mesas y zona de trabajo para cada empresa.
  - d. Se prepara un Coffe-breaks.
  - e. Se avisa a los medios de comunicación.
- 11) Día del Face2Face
  - a. Se realiza la recepción empresas.
  - b. Se informa a las empresas de su localización.
  - c. Se proporciona a las empresas una copia impresa de las entrevistas programadas.
  - d. Control horario de las entrevistas (seguimiento de los estudiantes).
  - e. Se atiende medios comunicación.
  - f. Se realiza difusión por las redes sociales.
- 12) Post Face2Face
  - a. Encuestas
  - b. Valoración

## c. Memoria

**Resultados**

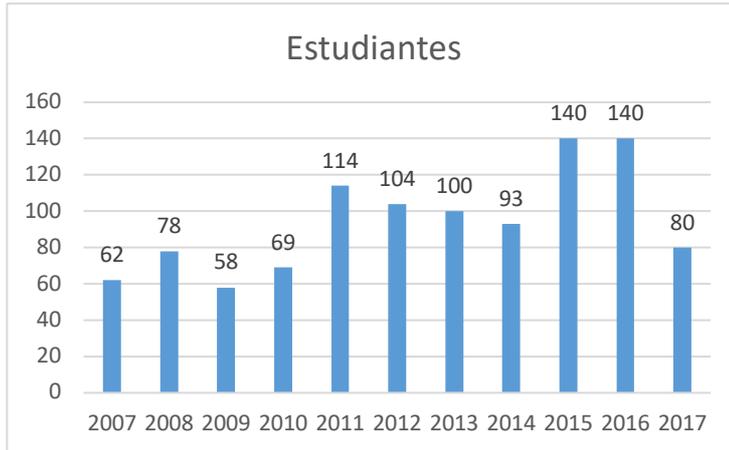
En la tabla 1 se muestran los valores correspondientes a la evolución en el número de empresas, estudiantes y entrevistas programadas, así como las ratios entrevistas/estudiante y entrevista/empresa. Se observa una evolución positiva desde los inicios, con un descenso en la última edición debido a la desaparición de la persona encargada de las relaciones universidad-empresa del Face2Face.

Edición	Empresas	Estudiantes	Entrevistas previstas	Entrevistas/ estudiante	Entrevistas/ empresa
2007	13	62	164	2.6	12.6
2008	15	78	232	3.0	15.5
2009	15	58	122	2.1	8.1
2010	17	69	150	2.2	8.8
2011	15	114	225	2.0	15.0
2012	15	104	217	2.1	14.5
2013	13	100	164	1.6	12.6
2014	10	93	110	1.2	11.0
2015	21	140	640	4.6	30.5
2016	19	140	336	2.4	17.7
2017	13	80	280	3.5	21.5

**Tabla 1. Evolución de empresas participantes, estudiantes y entrevistas.**

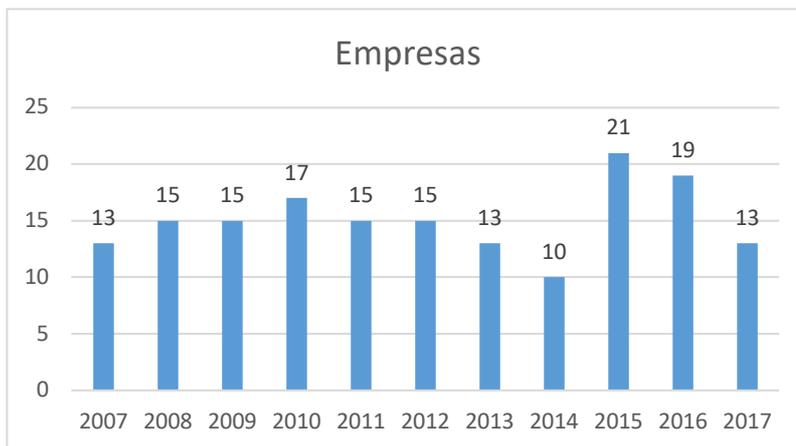
De acuerdo con los valores mostrados en la tabla 1, el número promedio de empresas es de 15, el de entrevistas por estudiantes de 2'5 y el número de estudiantes que participan de unos 100. Si se quieren mejorar estos valores, debemos focalizar mejor la tipología de empresas respecto a las titulaciones que tiene un número de estudiantes matriculado más elevado. Observándose que algunas empresas no tienen público objetivo puesto que el número de estudiantes de ese grado es insuficiente como para alimentar una ronda de entrevistas como la que plantea el foro. Se deberían analizar los ratios por cada uno de los grados, de esta forma se concluiría que los estudiantes de los grados con menos matriculados hacen un número de entrevistas más elevado, mientras que los grados con más titulados y aun teniendo más empresas interesadas tienen un menor ratio de entrevistas, muchas más oferta de estudiantes con una menor demanda.

La participación de los estudiantes en el Face2Face ha ido aumentando año tras año tal como muestra la gráfica 1. En la última edición se observa una disminución en dicho valor, directamente relacionada con la metodología empleada para la promoción de este acto con los estudiantes.



**Gráfica 1. Evolución de los estudiantes participantes en el Face2Face**

Tal como se ha introducido al inicio de esta sección la evolución en el número de empresas participantes y interesadas en formar parte de este foro se crecienta los años 2015 y 2016, debido a la creación de la figura del técnico de relaciones universidad empresa (gráfica 2). Con su desaparición en el 2017 se observa una caída en el número de empresas.



**Gráfica 2. Evolución de las empresas participantes en el Face2Face**

## **Conclusiones**

El Face2Face de la EPSEVG ha sido reconocido como buena práctica por AQU Catalunya, por ello se han realizado ponencias dentro de la propia UPC, concretamente a la Red de Calidad de la UPC con el objetivo de dar a conocer esta actividad al resto de la universidad.

De este trabajo se concluye:

- La figura de un interlocutor para las relaciones universidad empresas, hacen posible que a pesar de estar inmersos en una época de crisis en el año 2015 y 2016 se alcanza el máximo de empresas, estudiantes y entrevistas.
- El Face2Face tiene como rasgo diferencial que no es una mera feria de empresas, si no es un foro que fomenta la generación de empleo o prácticas entre los estudiantes, mediante entrevistas personales organizadas.
- Herramientas/talleres como los que ofrece UPCAumni ayuda a afrontar entrevista de trabajo con mayor seguridad.
- El Foro Face2Face es un herramienta que permite la orientación profesional y la inserción laboral.
- El Face2Face es un acto reconocido a nivel de AQU Catalunya como una buena práctica.
- El foro face2face es una herramienta de promoción de la escuela.

## **Referencias**

- Valderrama E. (2017) Informe de evaluación transversal de las ingenierías del ámbito industrial y logística. [http://www.aqu.cat/doc/doc\\_60095502\\_1.pdf](http://www.aqu.cat/doc/doc_60095502_1.pdf) (23/3/2018)
- Guia de evaluación del diseño de Sistemas de Garantía Interna de Calidad de la formación universitària (2010) .AQU Catalunya. [http://www.aqu.cat/doc/doc\\_73911524\\_1.pdf](http://www.aqu.cat/doc/doc_73911524_1.pdf) (23/3/2018)
- Codinas X., Duarte P., Flores, J. C., González, J. Pascual, M., Pérez J., Martínez I., Qualitat en xarxa a la UPC <https://upcommons.upc.edu/handle/2117/112803> (23/3/2018)



## Trabajo fin de grado. Una visión crítica.

José-Francisco Suárez-Domínguez<sup>a</sup>, María-Belén Prendes-Gero<sup>b</sup>, Martina-Inmaculada Álvarez-Fernández<sup>c</sup> y Diego-José Guerrero-Miguel<sup>d</sup>

<sup>a</sup>Departamento de Construcción e Ingeniería de Fabricación, Universidad de Oviedo, paco@constru.uniovi.es, <sup>b</sup>Departamento de Construcción e Ingeniería de Fabricación, Universidad de Oviedo, mbprendes@uniovi.es, <sup>c</sup>Departamento de Explotación y Prospección de Minas, Universidad de Oviedo, inma@git.uniovi.es, <sup>d</sup>Departamento de Explotación y Prospección de Minas, Universidad de Oviedo, diego@git.uniovi.es.

---

### ***Abstract Times New Roman II***

*The end of this paper is to analyze different aspects about the adaptation in technical studies of the University of Oviedo of the Bachelor Thesis to the European Credit System. In particular they are studied the content, the realization time, the tutoring process, and the final evaluation of the so-called Final Degree Work. Besides, the repercussions that this adaptation entails, both for the student as for the teacher are analysed. With this goal, the current regulation at the University of Oviedo is reviewed, and new proposes are exposed on the points that the authors consider to be the most conflicting.*

**Keywords:** *Bachelor thesis, content, realization time, tutoring process, final evaluation.*

---

### ***Resumen***

*La presente comunicación tiene por objeto analizar distintos aspectos de la adaptación al nuevo Sistema Europeo de Créditos del antiguo Proyecto Fin de Carrera de los estudios técnicos mediante el denominado Trabajo de Fin de Grado, así como las repercusiones que conlleva dicha adaptación, tanto para el alumno como para el docente. El trabajo se centra particularmente en el contenido, duración, tutoría y evaluación del Trabajo Fin de Grado en los estudios de grado de carácter técnico, fundamentalmente en ingenierías de la Universidad de Oviedo. Con este objetivo se analiza el Reglamento vigente en*

*la Universidad de Oviedo realizándose los comentarios y consideraciones en base a los puntos que los autores consideran más conflictivos.*

**Palabras clave:** *trabajo fin de grado, contenido, duración, tutorización, evaluación*

## **Introducción**

El real decreto 1125/2003, de 5 de septiembre, por el que se establece el Sistema Europeo de Créditos (ECTS) y el sistema de calificaciones en las titulaciones universitarias de carácter oficial y validez en todo el territorio nacional, establece un cambio en la obtención del título en el caso de los estudios técnicos. Con anterioridad a la entrada en vigor del modelo ECTS, el título se obtenía con la presentación y aprobación del Proyecto Fin de Carrera una vez concluidas todas las asignaturas de la carrera. Con el nuevo sistema, el Proyecto Fin de Carrera pasa a denominarse Trabajo de Fin de Grado (TFG), pero con la diferencia de ser equivalente a una asignatura más de la titulación.

El Real Decreto 1393/2007, de 29 de octubre, por el que se establece la ordenación de las enseñanzas universitarias oficiales, establece la obligatoriedad de la realización de un TFG, sin recoger ninguna otra disposición sobre el proceso de elaboración y evaluación que, en consecuencia y en el ejercicio de su autonomía, deberá ser regulado por cada universidad.

En la Universidad de Oviedo, esta regulación viene recogida en el Acuerdo de 28 de junio de 2012, del Consejo de Gobierno de la Universidad de Oviedo, por el que se aprueba el Reglamento sobre la Asignatura TFG en la Universidad de Oviedo. En él, los TFG tienen una asignación de créditos que varía entre un mínimo de 6 y un máximo del 12.5% del total de créditos de la titulación correspondiente. Además, según este acuerdo, el TFG deberá realizarse en la fase final del plan de estudios y estar orientado a la evaluación de competencias asociadas a la titulación.

En su artículo 1. Objeto y campo de aplicación, en sus puntos 1 y 2 establece que:

*“1 Este Reglamento tiene por objeto establecer las directrices básicas relativas a la definición y naturaleza del TFG, en concreto a las siguientes cuestiones: el profesorado, la matriculación, la organización de la docencia, los tribunales evaluadores, la presentación, la defensa y el sistema de calificación y el depósito de los TFG.”*

*“2. Los centros podrán desarrollar el presente Reglamento para adecuarlo a las características propias de cada uno de los Títulos de Grado que impartan. Las normas de los Centros deberán ser aprobadas por el Consejo de Gobierno.”*

Analizando estos puntos se deduce una primera controversia al permitir, en principio con buen criterio, la adaptación del Reglamento del TFG a las singularidades de los estudios impartidos, pero planteando una posible disparidad o dispersión de los criterios generales en base a dichas singularidades o a la aplicación de dicha posibilidad por parte de los centros.

## **Contenidos**

En lo referente a los contenidos del TFG, el Acuerdo de 28 de junio de 2012, en el artículo 2. Definición y naturaleza del TFG, en su punto 1 establece que:

*“1. El TFG supone la realización por parte del estudiante, de forma individual o en grupo, de un proyecto, memoria o estudio en el que demuestre de forma integrada que ha adquirido las competencias propias de la Titulación.”*

Como claramente se aprecia, el Reglamento indica que el TFG podrá ser un proyecto, memoria o estudio, pero no especifica claramente los contenidos de los mismos. Deja estos al criterio de los Centros o en su caso de los posibles tutores de los TFG. Aparece, por tanto, una nueva disparidad en la aplicación del reglamento. Un ejemplo de esta dispersión la observamos en la política seguida por la Escuela Politécnica de Mieres y por la Escuela Politécnica de Ingeniería de Gijón. Mientras en la primera se deja a criterio de los tutores los contenidos de los TFG, en La Escuela Politécnica de Ingeniería de Gijón se ha desarrollado un reglamento interno en donde se fijan los siguientes tipos de TFG incluyendo la estructura de sus contenidos:

1. TFG de Plantas, Instalaciones, Construcción o Equipos Industriales, Informáticos o de Telecomunicación.
2. TFG de Productos Software (desarrollo, mantenimiento, etc.).
3. TFG de Investigación.
4. TFG de Sistemas de Gestión.
5. TFG de Desarrollo de Servicios.
6. TFG que no se adapta a las anteriores y que tiene cabida en “Otros”.

De este primer análisis, y debido a la disparidad en los contenidos de las distintas opciones de TFG, se deduce la dificultad de fijar la dedicación del alumno.

## **Duración**

En lo referente al tiempo a dedicar por el alumno, el Acuerdo de 28 de junio de 2012, en su artículo 2. Definición y naturaleza del TFG, en su punto 3 establece que:

*“3. El TFG estará concebido de forma que pueda ser realizado por el estudiante en el número de horas correspondientes a los créditos ECTS que tenga asignada esta asignatura en el correspondiente plan de estudios.”*

En los Grados Técnicos el número de créditos asignados al TFG es de 12 o su equivalencia habitual de 120 horas. Si consideramos que el TFG se incluye dentro del 2º Semestre del 4º Curso y que este semestre consta, de forma hipotética, de 15 semanas lectivas, se tendría una dedicación semanal por parte del alumno de 8 horas. La realidad nos muestra que al estar cursando durante ese cuatrimestre otras asignaturas y que suele ser requisito el tenerlas aprobadas para optar a la posible defensa del TFG, el alumno suele dedicar algunas de esas horas (pocas) durante el cuatrimestre a iniciar el TFG y centrarse en él una vez realizados los exámenes del resto de las asignaturas. Por tanto, desarrolla su TFG en un periodo que va de 4 a 8 semanas, teniendo que duplicar e incluso triplicar su dedicación semanal.

Un ejemplo de este análisis se recoge en la tabla 1 donde se muestra el seguimiento de 20 TFG presentados en la Escuela Politécnica de Mieres durante el curso 2016-2017. En ella se aprecia como el número de horas dedicado por los alumnos en la realización de sus TFG es ampliamente superior al especificado en la programación del Grado. Sin embargo, este aumento de horas no siempre se ve reflejado en la valoración del mismo con los criterios actuales de evaluación. Asimismo, es necesario recalcar que en el caso de TFG realizados en grupo, la dedicación y valoración de los mismos se complica aún más.

**Tabla 1. Tiempo real dedicado por alumnos en la realización de su TFG**

<b>Horas dedicadas</b>	<b>Nº TFG</b>	<b>%</b>
<b>120-140</b>	2	10
<b>140-180</b>	10	50
<b>180-240</b>	8	40

Fuente: Domínguez-Suárez, FJ. (2017)

## **Tutoría**

El Acuerdo de 28 de junio de 2012, en su artículo 3. Tutores en sus puntos 2 y 3 establece que:

*“2. La misión de los tutores asignados a esta asignatura será, por una parte, orientar y asesorar al estudiante o grupo de estudiantes durante la realización del*

*TFG y en la preparación de la defensa del mismo y, por otra parte, hacer un seguimiento del trabajo realizado por los estudiantes.”*

*“3. Todos los profesores a tiempo completo de la Universidad de Oviedo tienen el deber de actuar como tutores de TFG, cuando se les requiera.”*

En principio las funciones parecen claras, pero en la mayoría de los casos se realizan otras funciones como son la preparación de las propuestas de posibles TFG, recopilación de información básica para la realización de los mismos, redacción de informes administrativos (no académicos), revisión de los trabajos realizados, etc. Por tanto, no sólo se llevan a cabo funciones de orientación sino también de asesoramiento que corresponderían con las tutorías presenciales con los alumnos.

La Universidad de Oviedo fija en la actualidad 6 horas de reducción docente por cada TFG tutorado, con un máximo de 54 horas. Si se consideran las horas reales empleadas en base a las tareas antes indicadas por cada TFG y basándose en el seguimiento de 20 TFG en la Escuela Politécnica de Mieres durante el curso 2016-2017 el tiempo real dedicado al TFG por el tutor se recoge en la tabla 2.

**Tabla 2. Horas reales en la tutorización de TFG**

<b>Concepto</b>	<b>Horas</b>
<b>Preparación de propuestas</b>	0,5
<b>Cumplimentación solicitud</b>	0,5
<b>Recopilación información</b>	2,0
<b>Tutorías presenciales</b>	8,0 a 10,0
<b>Revisión previa a presentación</b>	2,0
<b>Otros</b>	0,5
<b>Total</b>	13,5 a 15,5

Fuente: Domínguez-Suárez, FJ. (2017))

Se aprecia claramente que, desde el punto de vista de dedicación docente real, ésta supera ampliamente a la realmente reconocida. Esta situación hace que en muchos casos el docente decline el tuturar los TFG o tutorice un número mínimo de ellos.

## **Evaluación**

En lo referente a la evaluación de los TFG, el Acuerdo de 28 de junio de 2012, recoge dos apartados uno referente a la formación de los Tribunales (Artículo 7) y Evaluación y Calificación (Artículo 9).

### Artículo 7

*“1 Los tribunales encargados de la evaluación de los TFG estarán integrados por tres profesores adscritos a Áreas de Conocimiento con docencia en la Titulación. Corresponde al centro la organización de las sesiones de los tribunales y la designación de sus miembros.”*

*“2 En cada tribunal habrá un presidente y un secretario. Se utilizará el criterio de categoría docente y antigüedad para nombrar el presidente y el secretario, que ejercerán como tales en todas sus actuaciones.”*

*“3 Los miembros del Tribunal no podrán pertenecer todos a la misma área de conocimiento.”*

*“4 Será obligación de todo profesor la participación en estos tribunales, si así le es requerido. Sólo se podrá justificar la imposibilidad de pertenecer a un tribunal por circunstancias administrativas o por causas de fuerza mayor debidamente documentadas.”*

Sobre este apartado indicar básicamente dos puntos:

Primero y dado que la participación en los tribunales de TFG no tiene ningún tipo de reconocimiento docente, los centros a la hora de formar los mismos, suele realizar esta tarea intentando en la medida de lo posible el no sobrecargar a los docentes. Esto da lugar a múltiples tribunales que juzgan uno, dos, tres ó incluso más TFG, dispersando el criterio de equidad. Además, en Áreas en que el número de profesores presentes en un Centro no es elevado, estos sufrirán una sobrecarga de trabajo sin que sea reconocida.

Segundo, en muchos casos y por causas diversas a la formación del tribunal, el día de la defensa se produce la ausencia de alguno de los miembros del tribunal. En la actualidad, una modificación del Reglamento, permite la constitución del tribunal con dos de los miembros presentes. Sin embargo, y dada la falta de información que los centros tienen sobre permisos y ausencias justificadas de los profesores, en ocasiones, es incluso difícil disponer de dos miembros del tribunal.

### Artículo 9

*“1. Una vez concluida la sesión, el Tribunal Evaluador deliberará sobre la calificación de los TFG sometidos a su evaluación, teniendo en cuenta la documentación presentada por los estudiantes, el informe del tutor y la exposición*

*y defensa pública de los trabajos, y conforme a los criterios de evaluación recogidos en la guía docente de la asignatura. Estos criterios contemplarán especialmente el nivel de adquisición integrada de las competencias propias del Grado. Para facilitar la tarea de evaluación y procurar la homogeneidad en las valoraciones, los miembros del tribunal cumplimentarán un informe/matriz de valoración, de acuerdo con el formato propuesto por el centro, por cada estudiante evaluado.”*

Aunque normalmente los centros disponen de unas plantillas-informe en las cuales se indican los puntos a valorar, estos suelen ser muy específicos e idénticos independientemente del tipo de TFG. Esta particularidad lleva a que en la mayoría de los casos y de forma habitual los miembros del tribunal valoren de forma conjunta el contenido general del trabajo, otorgando una nota global y luego se cumplimenten los informes en base a esta, siendo en muchos casos más valorada la presentación y defensa del mismo que la calidad del propio trabajo realizado por el alumno

Asimismo, la valoración del informe del Tutor, quien realmente ha estado en contacto con el alumno y por tanto conoce con mayor detalle el trabajo realizado, no suele ser considerada adecuadamente a la hora de valorar el TFG.

## **Conclusiones y propuestas**

En base a lo anteriormente expuesto se concluye que:

- En el caso de los estudios de Grado Técnicos el TFG requiere de una adaptación particular a sus circunstancias, en particular una clara definición de los tipos y contenidos perfectamente adaptados a los estudios realizados por el alumno, y de su dedicación temporal.
- En lo referente a las tutorías ocurre algo similar, se debería fijar unos criterios más claros de las funciones y dedicación docente a las mismas, en particular en el apartado de seguimiento y tutorías.
- En el apartado de evaluación se aprecia una cierta falta de objetividad o ecuanimidad debida al criterio para la formación de los tribunales (gran número de los mismos y no tener en cuenta el tipo y contenidos de los TFG), así como la escasa consideración a la valoración realizada por el Tutor.
- De todo lo anterior se propone la posibilidad de reestudiar el concepto de TFG de una forma general, ya que si bien es una asignatura más a desarrollar en un cuatrimestre con la correspondiente asignación de créditos (12 en la mayoría de los grados Técnicos), en realidad su desarrollo y valoración siguen estando más próximos a los antiguos PFC.
- Una propuesta podría ser una modificación de los artículos 5.1 y 5.2 del reglamento, en el que se establece que:

*“1. El TFG ha de considerarse como una materia más del plan de estudios cuyas actividades formativas corresponden fundamentalmente a trabajo personal del estudiante. Cada Titulación establecerá el porcentaje de presencialidad de la asignatura TFG, en función de las competencias que se van a trabajar y evaluar, así como de los recursos humanos e infraestructuras disponibles y previstos en la Titulación. En ningún caso, esta presencialidad será superior al 10%.”*

*“2. Las actividades presenciales de la asignatura TFG consistirán fundamentalmente en tutorías, pudiendo contemplarse otras actividades.”*

En su modificación se aumentaría el grado de presencialidad y las horas correspondientes a tutorías se recogerían como tutorías Individuales en el horario lectivo del cuatrimestre, de forma similar a las tutorías grupales. Este planteamiento es totalmente factible, ya que el propio reglamento establece en sus artículos 5.4 a 5.6 que el centro designará el número de TFG asignados a cada Departamento.

- Asimismo, la formación de los tribunales podría resolverse mediante la formación de un número reducido de los mismos, que se mantendrían durante un curso docente. A sus miembros se les reconocería esta condición y tendrían asignada una reducción docente acorde a su trabajo.

## Referencias

Reglamento Marco para realización de Proyectos Fin de Carrera (Junta de Gobierno de 4 de diciembre de 1998), publicado en el BOPA el día 18 de agosto de 1999 (págs.9954 a 9955).

Reglamento de Proyectos Fin de Carrera de la Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Industrial de Gijón. Aprobado en Consejo de Gobierno de la Universidad de Oviedo el 30 de julio de 2004, y sus posteriores actualizaciones de junio de 2010 (BOPA de 22 de junio) y julio de 2012 (BOPA de 17 de julio).

Reglamento de Proyectos Fin de Carrera de la Escuela Politécnica Superior de Ingeniería de Gijón.

Acuerdo, de 28 de junio de 2012, del Consejo de Gobierno de la Universidad de Oviedo, de 28 de junio de 2012, por el que se aprueba el Reglamento sobre la asignatura Trabajo Fin de Grado en la Universidad de Oviedo.

Reglamento sobre la Asignatura Trabajo Fin de Grado en la Universidad de Oviedo, publicado en el BOPA de 17 de julio de 2012 (número 165, págs. 1 a 4).



## Gamificación en el aula: “Escape Room” en tutorías grupales

Joaquín González Norniella<sup>a</sup>, José Manuel Cano Rodríguez<sup>a</sup>, Gonzalo Arturo Alonso Orcajo<sup>a</sup>, Joaquín Francisco Pedrayes González<sup>a</sup>, Manuel Emilio García Melero<sup>a</sup>, Manés Fernández Cabanas<sup>a</sup>, Carlos Hiram Rojas García<sup>a</sup>

<sup>a</sup>Universidad de Oviedo, Departamento de Ingeniería Eléctrica, Electrónica, de Computadores y Sistemas, Área de Ingeniería Eléctrica jgnorniella@uniovi.es

---

### **Abstract**

*This paper presents an experiment regarding the introduction of gamification strategies into the classroom to promote learning based on games and students' skills on continuous study, competitiveness, teamwork and sociability. More specifically, the experiment is aimed at adapting the so-called escape rooms, the recent and trendy recreational activities, to educational environments in such a way as to use practical exercises of a subject along with the typical riddles incorporated in the aforementioned activities. The study is done in Electrical Technology, set within the second year of the Degrees in the Industrial Engineering speciality at the University of Oviedo (2017/2018) and taught by the first author of this paper. A summary of the experiment and its results is included in the paper.*

**Keywords:** competitiveness, continuous study, escape room, gamification, sociability, teamwork, transversal competences.

---

### **Resumen**

*En esta comunicación se presenta una experiencia basada en la introducción de estrategias de gamificación o ludificación en el aula para el fomento del aprendizaje mediante el juego, así como del estudio continuado, la competitividad, el trabajo en equipo y la sociabilización del alumnado. En concreto, la experiencia trata de adaptar las alternativas de ocio conocidas como habitaciones de escape o escape rooms (ERs) al entorno educativo universitario, de forma que los enigmas que normalmente integran tales ERs sean, en este*

*caso, ejercicios prácticos de una determinada asignatura. De manera más específica, la experiencia se implementa durante el curso 2017/2018 en las tutorías grupales del grupo bilingüe de la asignatura Tecnología Eléctrica - Electrical Technology (TE), del primer cuatrimestre del segundo curso, común a los cuatro grados de la rama industrial (Ingeniería Eléctrica, Electrónica Industrial y Automática, Mecánica, y Química Industrial) ofertados por la Escuela Politécnica de Ingeniería de Gijón (EPIG, Universidad de Oviedo, UO), e impartida en inglés en su totalidad por el primer autor de esta comunicación. En ella se resume la experiencia llevada a cabo y se presentan resultados cualitativos basados en encuestas de satisfacción del alumnado que refrendan su idoneidad.*

**Palabras clave:** *competencias transversales, competitividad, escape room, estudio continuado, gamificación, ludificación, sociabilización, trabajo en equipo.*

## **Introducción**

Recientemente se ha producido en las ciudades españolas una notable proliferación de las ERs. Las ERs son una forma de entretenimiento diseñada para que un grupo de personas, llamémoslo el equipo de escape (EE), pueda disfrutar durante una hora de una actividad de ocio intelectual. Las ERs suelen instalarse en bajos en alquiler con una o varias habitaciones comunicadas entre sí y normalmente acondicionados con mobiliario y atrezzo para seguir una línea temática determinada. Por lo general, una persona se encarga de recibir al EE para explicar las normas de juego, dar comienzo al mismo, y ayudar y controlar al EE durante su desarrollo. Normalmente el EE es encerrado en la primera habitación de las que conforman la ER y dispone de sesenta minutos para tratar de escapar. Para ello, el EE debe resolver una serie de puzzles o acertijos organizados o no de manera lineal, cuyos resultados son, típicamente, las combinaciones numéricas de diversos candados que mantienen cerradas cajas u objetos similares que, una vez abiertos, desbloquean nuevas pistas o juegos. También es usual que se encuentren llaves que abren candados tradicionales o puertas, entre las cuales se encuentra la de salida. La persona encargada de controlar al EE vigila a este durante toda la actividad con cámaras y micrófonos, y lo ayuda con pistas en caso de que sea necesario. Es también típico que el EE trate de salir de la ER en el menor tiempo posible para intentar establecer el record de la sala.

Por otra parte, la asignatura de TE, tal como está diseñada según su guía docente, no contempla la posibilidad de realizar una evaluación continua, de forma que el alumnado es calificado únicamente según el examen final de la asignatura, ya sea en convocatoria ordinaria o extraordinaria. Ello propicia que la mayoría del alumnado no lleve la asignatura al día, con las

*26 Congreso Universitario de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas (2018)*

consecuentes pérdida de interés en las clases diarias y obtención de pobres resultados finales. Además y por ello, las tutorías grupales (TGs) programadas para el final del cuatrimestre pierden su razón de ser y suelen acabar siendo sesiones adicionales de prácticas de aula sin participación activa del alumnado. De ahí que en este trabajo se pretenda adaptar la idea de las ERs al aula, en concreto, a las TGs, en lo que representa una estrategia de ludificación (Ibáñez, 2014; Lavoué, 2018) que persigue como objetivos fundamentales fomentar el trabajo en equipo, la competitividad y la sociabilización del alumnado y, especialmente, incrementar el interés del mismo por la asignatura y su trabajo diario gracias a la motivación que supone el objetivo de pertenecer al EE que logre salir de la ER en el menor tiempo posible. De este modo se intenta que el alumnado sea capaz de resolver ejercicios prácticos de la asignatura al final del cuatrimestre, los cuales forman parte de los acertijos y puzles de la ER.

### **Trabajos Relacionados**

Debido a la relativa novedad que suponen las propias ERs, no se encuentran abundantes referencias al respecto de su utilización como fórmula de innovación docente, al menos en entornos universitarios (sí se pueden encontrar trabajos relacionados en otros niveles de enseñanza o tutoriales de diseño de estas actividades con fines educativos). En cualquier caso, las pocas informaciones que se pueden consultar son prácticamente coexistentes en el tiempo con la llevada a cabo en este trabajo. La referencia del ámbito universitario más recurrente, por no decir la única, y anterior al experimento presentado en este artículo, es de la Escuela de Enfermería de la Universidad de Granada (Canal UGR, 2017).

### **Metodología**

El primer día de clase, normalmente utilizado para la presentación de docente y asignatura, se comenta someramente al alumnado que las TGs se emplearán para llevar a cabo la experiencia de ludificación propuesta, de carácter voluntario, y se resalta que es necesario llevar la asignatura al día para aprovechar tal experiencia al máximo y poder optar, así, a la recompensa por ser el EE que salga de la ER en la menor cantidad de tiempo. La intención es incentivar el estudio continuado de la asignatura por parte del alumnado ya desde el inicio del curso y hasta el final del mismo. Debe señalarse que la recompensa ofrecida no puede implicar una afectación de la nota de la asignatura, ya que ello no se contempla en su guía docente y, además, la experiencia ER no se lleva a cabo en los restantes grupos en que se distribuyen los estudiantes matriculados en tal asignatura. Por ello, la recompensa se fija, simplemente, en un pequeño obsequio por parte del docente para cada miembro del EE ganador.

El número de estudiantes matriculado en el grupo bilingüe de la asignatura durante el curso 2017/2018 es de 60, mientras que el número de subgrupos de TGs en que se dividen aquellos *26 Congreso Universitario de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas (2018)*

es de 6; por ello, cada subgrupo de TGs cuenta con un número de alumnos igual a 10. Por otra parte, cada TG está programada para la última semana del cuatrimestre (semana del 11 al 15 de diciembre de 2017) y tiene una duración de dos horas. Para ajustar en mayor medida la duración de la experiencia a la realidad (el tiempo habitual disponible es de 60 minutos) y para reducir el número de personas por EE (y, de nuevo, reflejar de mejor manera las experiencias ER reales, que no cuentan normalmente con EE compuestos por más de 5 personas), se propone a los estudiantes la semana anterior a la celebración de la actividad que dividan, con total libertad, cada subgrupo de TGs en otros dos subgrupos más pequeños de no más de 5 personas. Cada TG y, por tanto, la actividad ER, se desarrolla en el aula en que tienen lugar las prácticas de laboratorio, dotada de elementos útiles para la experiencia tales como armarios con llave, ordenadores, pizarra, etc., a los que se pueden añadir otros en función del diseño final de la actividad.

Durante los cinco primeros minutos de la hora disponible para la TG se explica someramente al EE en qué consisten, en general, las ERs como actividad de ocio, así como la razón de ser de las experiencias de ludificación en el aula y cómo se ha adaptado específicamente la actividad ER a la asignatura.

Tras ello, comienza la experiencia propiamente dicha. El objetivo principal del EE es salir del aula antes de un tiempo máximo establecido en 45 minutos, aula en que es encerrado bajo llave por el profesor de la asignatura, que también permanece encerrado junto con el EE. Lo ideal sería que el docente se encontrara en otra aula donde pudiera ver y oír lo que ocurre en la ER mediante un sistema de cámaras y micrófonos, pero no se dispone de medios para ello. El objetivo último del EE es encontrar la llave que abre la puerta de salida del aula, para lo cual aquel debe resolver una serie de acertijos y puzles basados en problemas de la asignatura derivados de lo visto en las sesiones de prácticas de aula y de laboratorio. El papel del docente durante esa hora es principalmente pasivo, salvo cuando deba proporcionar pistas oralmente al EE si las requiere o cuando este se encuentre trabado en alguna prueba. De nuevo, sería aconsejable, para emular la realidad de manera más precisa, que las pistas las proporcionase de forma remota a través de una pantalla situada en el aula en que, además, el EE pudiera ver en todo momento el tiempo restante para finalizar los 45 minutos; sin embargo, tampoco se dispone de medios para ello. En cualquier caso, las pistas pueden requerir una intervención del docente en la pizarra del aula que sería imposible de llevar a la práctica con una pantalla y a distancia. Cada pista proporcionada que, a juicio del docente, no sea necesaria o implique conocimientos de la asignatura que deban haber sido ya adquiridos por los estudiantes supone una penalización de tiempo de dos minutos para el EE.

Una vez que el EE ha salido del aula, el tiempo restante de la hora destinada a la TG se emplea para repartir las encuestas de satisfacción entre los miembros del EE y para que estos

debatan brevemente la experiencia con el docente. En este momento, además, se pide al alumnado que no revele a los compañeros de otros EEs información acerca de en qué consisten exactamente las actividades que forman parte de la experiencia para mantener el interés de la misma.

Se detalla a continuación el flujo de actividades que los EEs deben seguir para poder salir del aula, acompañado de fotografías que ayudan a la comprensión del mismo. El único material que el EE puede introducir en el aula es una calculadora que facilite la realización de los cálculos necesarios para resolver los problemas.

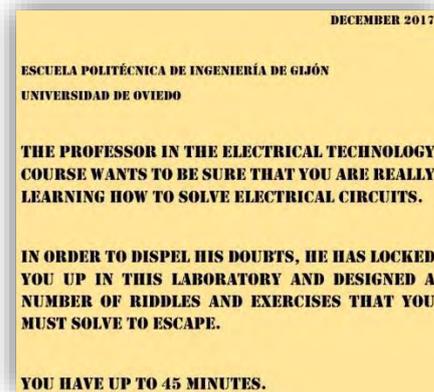
1. Inicio de la cuenta atrás de 45 minutos. A modo de pantalla que muestre el tiempo restante en todo momento, se emplea el portátil del profesor (que no forma parte del juego) y una aplicación gratuita de cronómetro (ver Figura 1).
2. Normalmente, y con el apoyo del atrezo y la ambientación de la ER, la persona encargada de controlar el juego realiza una breve introducción dramatizada al EE para que sus miembros puedan meterse en situación. En el caso de la actividad en el aula, el propio laboratorio constituye el escenario del que se ha de salir y la introducción dramatizada se realiza por escrito, en un papel que se encuentra inicialmente a disposición del EE en la mesa de que el docente dispone en el aula (ver Figura 2).
3. Aparentemente, el EE se encuentra de inicio, además de varios folios y material de escritura, con cuatro únicos ítems con los que puede interactuar: una caja fuerte cerrada (Caja 1) que se abre mediante una combinación de tres dígitos (ver Figura 3), un panel de componentes eléctricos (resistencias, bobinas y condensadores) en que varios de ellos están cableados entre sí de una manera específica (ver Figura 4), la pizarra del aula, en que aparece el enunciado de un problema/enigma (Enigma 1) de forma críptica (ver Figura 5), y un candado de combinación de cuatro cifras (ver Figura 6) colgado del pomo de la puerta de salida del aula. En este momento se trata únicamente de hallar el valor de la impedancia equivalente del panel entre los extremos libres de los cables a la frecuencia especificada en un régimen permanente senoidal. Los tres dígitos que forman la parte entera de dicho valor conforman la combinación de la caja.
4. Al abrir la Caja 1, el EE encuentra en su interior una llave (Llave 1) y el mando del cañón proyector que se encuentra en el aula. La Llave 1 abre uno de los dos armarios (Armario 1) que se encuentran el aula.
5. Al abrir el Armario 1, el EE se encuentra con dos nuevas cajas fuertes idénticas a la Caja 1 (Caja 2 y Caja 4) junto con un segundo problema/enigma (Enigma 2, ver Figura 7) escrito en papel especial, en que se pide el cálculo de la potencia activa

- consumida por una carga RL serie en régimen permanente senoidal. Los valores de dicha carga corresponden con la impedancia equivalente obtenida en el Enigma 1. El resultado del Enigma 2 abre la Caja 2.
6. Al abrir la Caja 2, el EE encuentra una nueva llave (Llave 2), que abre el segundo armario que existe en el aula (Armario 2), y un papel especial en que figura un valor de resistencia normalizado con una determinada tolerancia (ver Figura 8).
  7. Al abrir el Armario 2, el EE encuentra una nueva caja fuerte (Caja 3) y un nuevo problema/enigma (Enigma 3) escrito en papel especial. La resolución del Enigma 3, en que debe calcularse la energía reactiva generada por un condensador en un circuito resonante en régimen permanente senoidal, permite abrir la Caja 3. Además, en la parte interior de una de las puertas del Armario 2, se encuentra el código de colores para calcular el valor de resistencias de cuatro bandas (ver Figura 9).
  8. Al abrir la Caja 3, el EE encuentra un lápiz USB y un nuevo problema/enigma (Enigma 4) escrito en papel especial, cuya resolución permite abrir la Caja 4. Para resolver el Enigma 4 debe calcularse la potencia activa que consume una carga RL serie trifásica en una instalación equilibrada.
  9. Al abrir la Caja 4, el EE encuentra una linterna de luz ultravioleta (ver Figura 10).
  10. En este momento, el EE dispone del mando del cañón, del lápiz USB, del papel con un valor de resistencia de cuatro bandas y del código de colores correspondiente, de la linterna de luz UV, y del candado colgado en la puerta de salida del aula. El EE debe encender el cañón y el ordenador de sobremesa de que el profesor dispone en el aula (conectado al cañón), conectar al ordenador el lápiz USB (en que se encuentra un único archivo jpg que contiene números de colores sin orden aparente, ver Figura 11, cuyo nombre es ESTABLECER COMO FONDO DE ESCRITORIO), abrir dicho archivo y, efectivamente, establecerlo como fondo de pantalla.
  11. En este momento, el EE debe bajar la pantalla en que se proyectan las imágenes que provienen del cañón y aplicar en ella la luz UV. Se pueden observar en dicha pantalla 4 rectángulos inicialmente invisibles sin dicha luz. Asimismo puede observarse con la luz una serie de referencias pintadas en la pared que indican hasta dónde debe bajarse la pantalla mencionada para que los cuatro rectángulos encuadren sendos números, que forman la combinación del candado final colgado de la puerta del aula. El orden de los números lo determina su color; tal orden se identifica con el de los cuatro colores de las bandas correspondientes al valor de resistencia normalizado de que se dispone en papel.

**Figura 1** Portátil que indica el tiempo restante



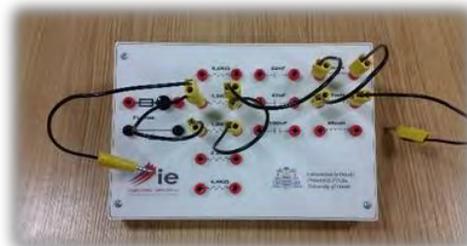
**Figura 2** Nota introductoria



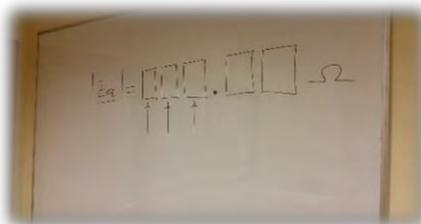
**Figura 3** Caja fuerte



**Figura 4** Panel de componentes



**Figura 5** Pizarra con problema inicial



**Figura 6** Candado final



Figura 7 Enigma 2

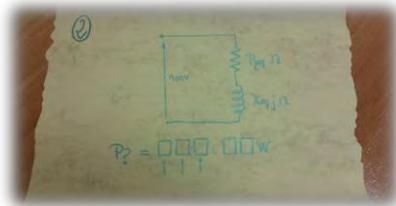


Figura 8 Valor normalizado de resistencia

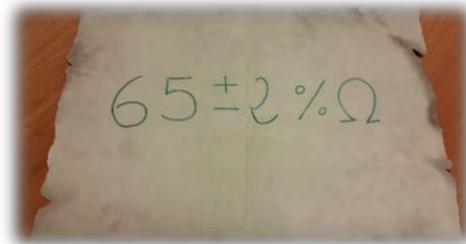


Figura 9 Código de colores de resistencias



Figura 10 Rotulador y linterna de luz UV



Figura 11 Imagen jpg que contiene la combinación final encriptada

423074091278935870925  
709809809809334030499  
809488342432570946794  
630191824796726429868  
646486249816268619792

## Resultados

En total participaron en la experiencia 32 estudiantes (de 60 matriculados) divididos en 11 EEs, cada uno de estos ocupando una de las 12 horas asignadas a la actividad. El nivel de participación debe considerarse notablemente alto teniendo en cuenta su voluntariedad y la

proximidad de los primeros exámenes del curso, que tienen lugar la semana posterior a la correspondiente a las TGs. A continuación se detallan los tiempos que restaban a cada EE en el momento de salir, incluidas las penalizaciones por pistas. Como se ve, el vencedor fue el último EE. Cada miembro del EE fue obsequiado con un pequeño juego de destornilladores, que les fue entregado en el examen de la asignatura celebrado en enero de 2018.

Tabla 1. Resultados de los EEs

Equipo de escape	Tiempo	Equipo de escape	Tiempo
M.R.V.C. y A.G.G.	12:41:89	D.P.M.	03:01:63
I.B.C.	02:37:68	J.P.A., J.R.G. y C.A.H.L.	19:39:07
J.A.M., R.M.B. e I.F.M.	00:32:47	J.P.A., I.G.C.T., F.P.F., C.A.B.G. y J.E.L.	12:20:54
D.L.M., A.M.A., M.B.D., C.M.M., J.G.V. y M.P.S.L.	03:23:64	J.A.G., P.H.V. y B.P.F.	00:27:08
Á.G.C.	No salió	L.Q.S., G.S.V., E.R.R. y G.S.Á.	21:39:37
D.P.P., S.R.T., y E.A.G.	08:11:01		

Figura 12 Momento de la experiencia



Figura 13 Momento de la experiencia



Figura 14 Aparición de la experiencia en el diario La Nueva España, 16/12/2017



En cuanto a las encuestas de satisfacción repartidas al alumnado, se han recibido 20 de las 32 posibles. En estas encuestas se hacían tres únicas preguntas. A continuación se recogen dichas preguntas y los comentarios más interesantes expresados de manera literal:

**1. Comenta con detalle qué te ha parecido la experiencia de adaptación al aula de la actividad Escape Room.**

*"Actividad diferente y entretenida", "experiencia muy gratificante, novedosa", "desconectamos del estudio y las clases que se ciñen a un guion", "el hecho de que no tenga en juego nota de la asignatura hace que estés mal liberado", "es una buena manera de hacer más atractivo el repaso de la asignatura", "me hubiera gustado que más compañeros se hubiesen animado a hacerla", "iniciativa muy interesante", "la mejor manera de hacer que los estudiantes no procrastinen con el estudio es hacérselo fácil y entretenido", "supone un buen entrenamiento de cara al examen en cuanto a resolver dichos ejercicios bajo presión y teniendo en cuenta el tiempo disponible", "la actividad contribuye a fomentar el compañerismo y el trabajo en equipo", "es una actividad muy divertida que te hace experimentar momentos de tensión y te hace esforzarte al máximo", "la dificultad era adecuada para no quedarse muy atascado en ninguna parte pero que a la vez fuese un poco desafiante", "nos hacía ver el nivel de Tecnología Eléctrica que teníamos", "me ha incentivado a estudiar con más ganas aún", "ha sido muy buena idea intercambiarlo por la tutoría grupal donde los alumnos hacen exclusivamente preguntas", "no esperaba realizar alguna actividad de este tipo en la enseñanza universitaria", "ayudó la complicidad que se desarrolló con los alumnos que ya hicieron la actividad, que no comentaron nada a los que no la habíamos hecho todavía", "hubo un cierto nivel de competencia sana entre los diferentes grupos que nos permitió disfrutar más de la actividad", "consiguió que durante casi una hora estuviese centrado, pensando y reflexionando sobre los contenidos de la asignatura", "ha sido la mejor experiencia de gamificación en el aula en la he participado, infinitamente por delante de otras*

26 Congreso Universitario de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas (2018)

*como las de tipo concurso (quiz) y las competiciones entre alumnos”, “me llevé una grata sorpresa”, “los departamentos de otras asignaturas deberían tomar nota e intentar implementar actividades de este tipo”...*

**2. Propón las mejoras que se te ocurran para aplicarla en cursos venideros.**

*“Disponer de algo más de tiempo para hacerla”, “que las instalaciones estuvieran más acondicionadas para dar una mejor sensación de juego”, “que se llevase a cabo en una sala que no fuese conocida, creo que el factor misterio que eso aporta le daría un toque más interesante”, “para crear ambiente tener una iluminación más tenue”, “aprovechar al máximo el aula destinada a la actividad”, “dado el alto número de ordenadores disponibles se podría ocultar una de las pistas en ellos; para encontrar el adecuado, se les podría asignar números o códigos que serían a su vez solución de algún problema resuelto previamente”, “que el lugar donde se realiza la actividad fuese un poco más grande, igual con dos o tres salas para ir cambiando de ambiente a medida que se avanza”, “introducción de alguna prueba más ingeniosa que no esté tan relacionada con la asignatura y sea más como en un verdadero Escape Room”, “el espacio era algo reducido al realizar la actividad y te chocabas continuamente con tus compañeros”, “hubiera estado muy divertido que nosotros también tuviéramos que montar algún circuito”, “cambiar de un año para otro para evitar que la gente que está en su segundo año en la asignatura lo sepan”, “la adaptación del aula me pareció escasa”, “sustituir las cajas fuertes por otro artilugio”, “utilizando internet se pueden crear acertijos más complejos”, “un ámbito a mejorar podría ser la organización de los grupos para asegurar que el número de personas por grupo se adaptara perfectamente a la naturaleza de las pruebas y el espacio disponible”, “podría implementarse un sistema de recompensas de manera que a lo largo del curso se pudiera añadir tiempo extra o pistas a la prueba de escape mediante las aportaciones en clase, la resolución voluntaria en la pizarra de ejercicios propuestos como deberes o la realización de alguna pequeña investigación sobre temas de actualidad en el campo de estudio de la asignatura”, “quizás se podría premiar con un ligero aumento en la nota final a los vencedores, o previa consulta con el departamento, convertirla en una actividad obligatoria que incentive más aún a los participantes”...*

**3. ¿Qué opinas de las técnicas de gamificación?**

*“Forma de enseñanza dinámica” “facilita el aprendizaje” “estamos acostumbrados a un sistema mucho más rígido”, “esta actividad realizada debería de servir de ejemplo para intentar aplicarlo en otras asignaturas”, “estudio más ameno”, “se debería de llevar a cabo con mayor frecuencia”, “mediante estas actividades se aprende de una manera divertida y entretenida que te hace, inconscientemente, prestar un mayor interés por la asignatura”, “se identifican los contenidos con algo positivo, aumentando las ganas de aprender, en lugar de con una aburrida clase”,*

*"nos hizo ver la dificultad de la asignatura", "es actualmente una de las armas más poderosas de aprendizaje a nivel académico", "ojalá otras asignaturas incluyeran esta faceta de aprendizaje", "sin duda alguna la mejor práctica de laboratorio o tutoría global en la que he participado hasta el momento", "los ejercicios que hicimos en la actividad se me quedaron mejor porque estaba en un ambiente que me permitía estar más centrado", "si bien consume recursos (tiempo de clase, dinero y esfuerzo), son algo muy a tener en cuenta para reforzar los conocimientos", "acerca el mundo académico con el mundo real", "recuerdo con llamativa claridad los ejercicios que fueron realizados durante el escape"...*

Por último, en el siguiente enlace puede observarse un vídeo que resume la experiencia de uno de los EEs:

<https://www.youtube.com/watch?v=Q1ecQpTIZwM&t=6s>

## Conclusiones

A pesar de que no ha podido medirse de manera cuantitativa la efectividad de esta experiencia piloto en el aprendizaje del alumnado, las opiniones que este ha manifestado en las encuestas realizadas demuestran que la actividad ha resultado de alto interés y utilidad para sus miembros, por lo que, de manera cualitativa, puede decirse que la actividad ha sido un éxito. La mayor parte de las propuestas de mejora se refieren a la inclusión de nuevos medios más sofisticados, lo cual no resulta sencillo por la falta de disposición de ellos.

Por otra parte, la experiencia personal del profesor de la asignatura ha sido también excelente: si bien es cierto que la preparación de la actividad consume mucho tiempo y recursos económicos, el esfuerzo merece la pena a cambio de la extraordinaria motivación que el alumnado mostró durante su participación.

Desde ambos puntos de vista, del alumnado y del profesor, las estrategias de gamificación representan una técnica que debe tenerse en cuenta para ser introducida en el proceso de enseñanza/aprendizaje universitario, especialmente en las especialidades técnicas, en que quizá encaje de mejor manera este tipo de actividades.

## Referencias

- Canal UGR de la Universidad de Granada (2017), <https://canal.ugr.es/noticia/profesor-la-ugr-motiva-alumnos-enfermeria-utilizando-una-habitacion-escapismo/>
- Ibáñez, M-B., Di-Serio, Á., Delago-Kloos, C. (2014). Gamification for Engaging Computer Science Students in Learning Activities: A Case Study. *IEEE Transactions on Learning Technologies*, 7 (3), 291-301.
- Lavoué, E., Monterrat, B., Desmarais, M., George, S. (2018). Adaptive Gamification for Learning Environments. *IEEE Transactions on Learning Technologies*, pp (pp), pp.
- 26 Congreso Universitario de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas (2018)*



**Una Evolución Natural hacia la Aplicación del Aprendizaje Basado en Diseños en las Asignaturas de la Mención de Sistemas Electrónicos del Grado en Ingeniería en Tecnologías y Servicios de Teleco- municación de la Universidad de Oviedo. Una experiencia docente desde la EPI de Gijón.**

**Diego G. Lamar, Alberto Rodríguez, Manuel Arias, Aitor Vázquez, Juan Rodríguez, María R. Rogina, Francisco Fernández Linera, Marta María Hernando y Javier Sebastián.**

Universidad de Oviedo. Escuela Politécnica de Ingeniería (EPI) de Gijón. Edificio Departamental nº 3. Campus Universitario de Viesques. 33204 Gijón. España

[gonzalezdiego@uniovi.es](mailto:gonzalezdiego@uniovi.es), [rodriguezalberto@uniovi.es](mailto:rodriguezalberto@uniovi.es), [ariasmanuel@uniovi.es](mailto:ariasmanuel@uniovi.es),  
[vazquezaitor@uniovi.es](mailto:vazquezaitor@uniovi.es), [rodriguezjuan@uniovi.es](mailto:rodriguezjuan@uniovi.es), [rodriguezmaria@uniovi.es](mailto:rodriguezmaria@uniovi.es), [linera@uniovi.es](mailto:linera@uniovi.es),  
[mmhernando@uniovi.es](mailto:mmhernando@uniovi.es) y [sebas@uniovi.es](mailto:sebas@uniovi.es)

---

**Abstract**

*This paper deals with the application of new active learning methodologies in the curriculum of the Electronic System's itinerary of the Degree in Telecommunications Technology and Services Engineering of the University of Oviedo, lectured at the Polytechnic School of Engineering (Escuela Politécnica de Ingeniería, EPI) of Gijón. The new active methodology is the Design-Based Learning (DBL). DBL is a motivating, design-centered teaching method that approximates the student to the real professional world. DBL goes beyond the relationship between knowledge and thinking, helping students to both "know" and "do". In fact, this methodology focuses on "design something" and "learning on the way". Methodology, task planning, tutor's role and evaluation of the new tasks introduced in some electronics' courses will be presented. Finally, the lecturers' reflections and conclusions regarding the application of DBL will be discussed.*

**Keywords:** *Design-Based Learning, Active Learning Methodologies, Student-Centered learning and Engineering Curriculum.*

### **Resumen**

*El trabajo que aquí se presenta, muestra una experiencia docente cuyo objetivo es incluir nuevas metodologías docentes en el currículo de la mención de Sistemas Electrónicos del Grado en Ingeniería en Tecnologías y Servicios de Telecomunicación de la Universidad de Oviedo, impartido en la Escuela Politécnica de Ingeniería (EPI) de Gijón. La nueva metodología implantada es el Aprendizaje Basado en Diseños (Design Based Learning, DBL, en su terminología anglosajona). Esta metodología está centrada en el alumno y propone un aprendizaje basado en el concepto de no aprender “acerca” de algo, sino aprender “diseñando algo”, adquiriendo conocimiento “por el camino”. En este artículo se presentan la metodología, la planificación, el rol del tutor y la evaluación llevada a cabo en las tareas que se introdujeron como innovación metodológica para diferentes asignaturas. Finalmente, se presentan los resultados obtenidos, así como una serie de reflexiones y conclusiones a las que se han llegado sobre la aplicación del DBL.*

**Palabras clave:** *Aprendizaje Basado en Diseños, Metodologías Activas, Aprendizaje Centrado en el Alumno y Currículo en Grados de Ingeniería.*

### **Introducción al Aprendizaje basado en Diseños (DBL)**

*Un camino a recorrer desde el Aprendizaje Basado en Problemas/Proyectos (PBL)*

Desde hace cuarenta años (Barrows, 1984), el Aprendizaje Basado en Problemas/Aprendizaje Basado en Proyectos (*Problem-Based Learning/Project-Based Learning*, PBL, en su terminología anglosajona) ha sido una metodología activa centrada en el aprendizaje del alumno, que ha sido utilizada como modelo para la educación superior (Kolmos, 2006; Van Berkel, 2005). Esta metodología activa ha sido incluida con éxito en numerosos currículos de enseñanzas universitarias (antiguas Diplomaturas, Licenciaturas e Ingenierías, y actuales Grados y Másteres), abarcando diversas áreas de conocimiento: medicina, humanidades, economía, artes, etc. En todas ellas, con algunas peculiaridades típicas de cada área de conocimiento, el problema/proyecto ha sido el centro del aprendizaje, haciendo que ambas metodologías, en la mayoría de los casos, sean muy difíciles de distinguir entre sí (es por ello que a partir de aquí se referirá a ambas como PBL).

En el caso particular de las enseñanzas universitarias de ingeniería, la aplicación del PBL ha sido particularmente relevante (del Canto, 2007; Alcocer, 2003), ya que tradicionalmente al ingeniero se le ha de proporcionar un amplio conocimiento de matemáticas, física y otras ciencias como base para fomentar el ejercicio de su aplicación. Por lo tanto, el objetivo de los currículos de enseñanzas universitarias en ingeniería es el de fomentar la aplicación de los conocimientos científicos a la invención, y es por ello que se ha introducido en muchos de ellos el PBL de forma consciente.

*Diego G. Lamar, Alberto Rodríguez, Manuel Arias, Aitor Vázquez, Juan Rodríguez, María R. Rogina, Francisco Fernández Linera, Marta María Hernando y Javier Sebastián.*

El PBL se dirige a la solución de un problema y/o proyecto específico, abarcando además otras áreas que pueden no ser el problema y/o proyecto original. Su característica principal es que la metodología no se enfoca en aprender “acerca” de algo específico, sino que se enfoca en “resolver” algo y aprender “por el camino”. Sus principales características se pueden resumir en tres: aprendizaje centrado en el alumno, aprendizaje centrado en mejoras continuas e incrementales y motivación del alumno.

En primer lugar, el PBL está centrado en el estudiante. El alumno es el protagonista. La planificación y el desarrollo de las tareas han de propiciar el encaje de los mecanismos de resolución y asimilación del proyecto/problema dentro de las habilidades e intereses del alumno, haciendo el problema y/o proyecto suyo. De hecho, el producto final no es más que un reflejo suyo. En segundo lugar, el PBL es un proceso de aprendizaje orientado a que los estudiantes realicen mejoras continuas e incrementales en sus metodologías de resolución de problemas, desarrollo de productos y presentaciones de resultados. Es claramente un proceso de aprendizaje de prueba y error, donde la realimentación es fundamental. A medida que se desarrolla el trabajo, éste deberá estar continuamente bajo revisión. En tercer lugar, se promueve la motivación del alumno. El PBL está diseñado para que el estudiante esté comprometido activamente en “hacer” cosas en lugar de únicamente aprender “sobre” algo. Como consecuencia de ello, el alumno no tiene reparos en dedicar a los proyectos/problemas un tiempo y unos recursos relevantes. Por lo tanto, el PBL es retador y está enfocado a la obtención de un aprendizaje significativo.

Basándose en las experiencias positivas de la aplicación del PBL, en la actualidad se está promoviendo otro tipo de metodología activa basada en un aprendizaje más concreto, dónde el diseño es el concepto integrador: el Aprendizaje Basado en Diseños (*Design Based Learning*, DBL, en su terminología anglosajona). El DBL enfatiza el concepto de diseño como un proceso que facilita la adquisición de conocimientos. Se trata de una evolución natural del PBL, con el que comparte muchas características. Sin embargo, con el DBL se intenta dar un paso más allá, existiendo diferencias significativas con el PBL: una mayor autogestión por parte del alumno de sus conocimientos, sus recursos y su tiempo. El DBL no se enfoca en aprender “acerca” de algo específico (al igual que el PBL), sino que se enfoca a “diseñar” algo, adquiriendo habilidades con un trabajo colaborativo y siendo capaz el alumno de transmitir y comunicar los resultados obtenidos.

#### *Características diferenciadoras del Aprendizaje Basado en Diseños (DBL)*

Desde 1997 el DBL ha sido propuesto como herramienta principal en la concepción de los currículos de las titulaciones de ingeniería de la Eindhoven University of Technology (Wijnen, 2000). De la investigación realizada y la experiencia adquirida por esta Universidad (Gómez Puente, 2011; Gómez Puente, 2012) ha surgido una definición del marco de aplicación de esta nueva metodología docente. El DBL se debe enmarcar en cinco dimensiones

*Una Evolución Natural hacia la Aplicación del Aprendizaje Basado en Diseños en las Asignaturas de la Mención de Sistemas Electrónicos del Grado en Ingeniería en Tecnologías y Servicios de Telecomunicación de la Universidad de Oviedo. Una experiencia docente desde EPI de Gijón.*

para su correcta aplicación: características del trabajo a realizar, actividades planificadas para el diseño, el papel que juega el profesor, la metodología de evaluación y el contexto social.

#### Características del trabajo a realizar

Los trabajos propuestos a los alumnos han de ser diseños abiertos, multidisciplinares y reales. En este punto se pueden diferenciar los diseños reales (*authentic*, en su terminología anglosajona) como aquellos que se concretan en un prototipo o producto, de los no reales (*artificial*, en su terminología anglosajona), como aquellos que no se concretan y que únicamente abarcan ciertas fases del diseño. Aunque ambos pueden ser útiles, se ha de tender en la medida de lo posible a los reales. Por lo tanto, en las tareas planificadas, el alumno ha de aplicar sus habilidades en la indagación de cuál es la solución más adecuada a cada problema, rediseñándola si es necesario hasta conseguir las funcionalidades a alcanzar. La validación del diseño se ha de realizar mediante la validación experimental del prototipo desarrollado.

#### Actividades planificadas para el diseño

Las tareas a realizar por el alumno en el desarrollo de los diseños han de ser concebidas a partir de aquellas que se suponen que ha de utilizar en el futuro desarrollo de su profesión: representación gráfica de resultados, uso de herramientas específicas, desarrollo de una metodología interactiva/iterativa, validar suposiciones y plantear limitaciones, analizar el resultado desde la perspectiva del cliente, análisis de fallos, etc.

#### El papel que juega el profesor

El profesor tiene un papel destacado en el DBL, que va cambiando durante el desarrollo del diseño (Gómez Puente, 2009). Al inicio, no sólo ha de ser un facilitador del aprendizaje, sino también un entrenador, preparando al alumno para la autogestión en el desarrollo de sus diseños. Durante el diseño, como experto, también ha de guiar a los alumnos en el proceso, propiciando la reflexión y la autocritica de éstos. Finalmente, es muy importante que el profesor actúe como cliente, brindando una realimentación constructiva en función, no sólo de los resultados obtenidos, sino también de la capacidad del alumno para transmitirlos.

#### La metodología de evaluación

La adopción de metodologías activas, como el DBL, requiere replantear el papel que deben jugar las diferentes herramientas de evaluación. Se hace necesario una evaluación formativa y sumativa con rúbricas, informes, presentaciones y demostraciones, concursos, etc.

#### El contexto social

Es bien conocido por todos el Aprendizaje Colaborativo (AC), dónde los estudiantes trabajan comunicando activamente y reflexionando con sus pares, mejorando su aprendizaje sobre una determinada materia. En el DBL es fundamental propiciar el intercambio de información entre el alumnado durante el desarrollo de los diseños.

Diego G. Lamar, Alberto Rodríguez, Manuel Arias, Aitor Vázquez, Juan Rodríguez, María R. Rogina, Francisco Fernández Linera, Marta María Hernando y Javier Sebastián.

En este artículo en primer lugar, se presentará cuál es la metodología y planificación aplicada a determinadas sesiones de diversas asignaturas de la mención de Sistemas Electrónicos del Grado en Ingeniería en Tecnologías y Servicios de Telecomunicación de la Universidad de Oviedo, impartido en la Escuela Politécnica de Ingeniería (EPI) de Gijón. En segundo lugar, se presentarán cuáles son los resultados obtenidos de la aplicación del DBL. Posteriormente, se reflexionará y concluirá sobre la experiencia llevada a cabo.

Tabla I. Asignaturas y diseños propuestos para la implantación del DBL.

Nombre de la asignatura	Curso	Créditos	Descripción (naturaleza)
<b>Diseño de Sistemas Electrónicos Analógicos</b>	3	6	- Diseño de un filtro analógico de segundo orden con Matlab, simulado con LTspice y verificado con Analog System Lab Kit (no real).
<b>Dispositivos Electrónicos Programables</b>	4	6	- Diseño de un marcador de baloncesto con la plataforma DE2 de Terasic con una Cyclone II de Altera / Intel FPGA (no real). - Diseño de un filtro digital y un demodulador de audio con la plataforma dsPICDEM 1.1 de Microchip con un dsPIC30F6014A (no real).
<b>Diseño de Sistemas Electrónicos de Potencia</b>	4	6	- Diseño estático de un convertidor CC/CC no convencional con Matlab (no real). - Diseño de un post-regulador de LEDs con capacidad de comunicación para su conexión en una red de continua (real).
<b>Electrónica de Comunicaciones</b>	4	6	- Diseño de un transceptor ILER40 y su verificación en la banda de 40m de radioafición como receptor (real).

### Planificación y metodología

Algunos profesores, que imparten clase en la mención de Sistemas Electrónicos del Grado en Ingeniería en Tecnologías y Servicios de Telecomunicación de la Universidad de Oviedo, en la EPI de Gijón, han implantado el DBL en el currículo de sus asignaturas. La Tabla I muestra un resumen de estas asignaturas, especificando el curso, número de créditos, la descripción del diseño/s a realizar y la naturaleza de los mismos.

La propuesta de estos diseños, y por tanto la aplicación del DBL en estas asignaturas, es una evolución natural desde la aplicación previa del PBL en algunas de ellas: Diseño de Sistemas Electrónicos de Potencia (G. Lamar, 2010), Dispositivos Electrónicos Programables (Arias, 2010) y Electrónica de Comunicaciones (Vázquez, 2014). Gracias a los buenos resultados

*Una Evolución Natural hacia la Aplicación del Aprendizaje Basado en Diseños en las Asignaturas de la Mención de Sistemas Electrónicos del Grado en Ingeniería en Tecnologías y Servicios de Telecomunicación de la Universidad de Oviedo. Una experiencia docente desde EPI de Gijón.*

obtenidos con la aplicación del PBL, se ha intentado dar un paso más en el presente curso académico (2017/2018), creando un ambiente propicio hacia el diseño en algunas de las sesiones regladas de las asignaturas.

Como se puede comprobar en la Tabla I, se proponen el desarrollo de dos tipos de diseños: reales (*authentic*, aquellos que se concretan en un prototipo o producto) y no reales (*artificial*, aquellos que no se concretan, abarcando únicamente ciertas fases del diseño). Ambos requieren una planificación y una metodología específica para encajar dentro del currículo de las asignaturas.

#### *Metodología y planificación de prácticas de laboratorio (diseños reales o authentic)*

En las sesiones de prácticas de laboratorio de las asignaturas de Diseño de Sistemas Electrónicos de Potencia y de Electrónica de Comunicaciones (7 sesiones de 2 horas por cada asignatura) se propone a todos los alumnos un diseño real por asignatura. Cada alumno diseña, construye y verifica dos prototipos: un post-regulador de LEDs con capacidad de comunicación para su conexión en una red de continua, Fig. 1a, y un transceptor ILER40 como receptor de la banda de 40m de radioafición, Fig. 1b.

La planificación temporal dentro de las prácticas de laboratorio condiciona la aplicación del DBL: no se puede abarcar un diseño “desde cero”. Es por ello que se le facilita al alumno su incorporación al diseño en una etapa avanzada. En primer lugar, se le proporciona la placa de circuito impreso del prototipo (*Printed Circuit Board*, PCB, en su terminología anglosajona). Posteriormente se centra el trabajo en la selección, diseño y construcción de componentes, en el diseño, montaje y evaluación de subsistemas, en la verificación y evaluación final del prototipo y en la presentación de resultados.

En la primera sesión de prácticas de laboratorio, se facilita a cada alumno un puesto con todo el material necesario para la realización de las prácticas (soldador, estaño, cable de cobre, componentes, PCB, etc.) y la instrumentación electrónica para la verificación del diseño (osciloscopio, generador de funciones, fuente de alimentación, polímetro, frecuencímetro, etc.). La familiarización con dicho material es el objeto de la primera sesión. Posteriormente las demás sesiones se dividen en sesiones de diseño, montaje y verificación. Su planificación está reflejada en la Tabla II y Tabla III, dónde se muestran los principales hitos en el diseño de ambos prototipos. Al principio de las sesiones el profesor explica brevemente los fundamentos de la parte del diseño a realizar y los pasos a seguir para la verificación del mismo (rol de facilitador y/o entrenador). Esta parte es muy importante, ya que el diseño a realizar es muy complejo y, por lo tanto, las indicaciones del trabajo a realizar han de ser concisas y encaminadas a guiar al alumno. Posteriormente, el alumno desarrolla la actividad en conjunto con sus compañeros. Durante este periodo, la supervisión del proceso por parte del profesor (rol de experto) es fundamental para reconducir cualquier problema que se plantee. También, el profesor propicia un espacio específico para la reflexión del alumno: preguntando al grupo

Diego G. Lamar, Alberto Rodríguez, Manuel Arias, Aitor Vázquez, Juan Rodríguez, María R. Rogina, Francisco Fernández Linera, Marta María Hernando y Javier Sebastián.

y reflexionando en voz alta. Finalmente, en la última sesión el alumno verifica experimentalmente el prototipo y presenta al profesor los resultados de su diseño (rol de cliente).

**Figura 1** Prototipos desarrollados por los alumnos. a) Post-regulador de LEDs con capacidad de comunicación para su conexión en una red de continua. b) tranceptor ILER40.



(a)



(b)

**Tabla II.** Planificación por prácticas, describiendo los hitos más significativos del diseño de un post-regulador de LEDs con capacidad de comunicación para su conexión en una red de continua.

Práctica nº	Descripción (naturaleza)
1	- Familiarización con el entorno de trabajo e instrumentación. - Diseño del circuito de control (SG3525). - Diseño estático del convertidor CC/CC.
2	- Diseño y verificación del circuito de control (SG3525).
3	- Diseño del transformador de aislamiento del circuito de gobierno. - Montaje y verificación del circuito de gobierno.
4	- Diseño, selección y caracterización (con un analizador de impedancias) de la bobina del circuito de potencia. - Montaje del circuito de potencia.
5	- Verificación de la operación en diferentes modos de conducción del convertidor CC/CC en lazo abierto con carga resistiva. - Verificación de la operación a plena carga con LEDs.
6	- Medida de la función de transferencia del convertidor CC/CC con LEDs (con un Venable 6320 <i>frequency analyzer</i> ). - Diseño del lazo de realimentación con LEDs.
7	- Verificación de la operación con LEDs en lazo cerrado. - Montaje y verificación del circuito de comunicación/ <i>dimming</i> PWM. - Verificación de comunicación (con un receptor óptico). - Presentación.

**Tabla III. Planificación por prácticas, describiendo los hitos más significativos del diseño de un transceptor ILER40 como receptor de la banda de 40m de radioafición.**

Práctica nº	Descripción (naturaleza)
1	- Familiarización con el montaje del ILER-40. - Diseño y montaje del oscilador de batido (BFO) del transceptor. - Ajuste de la frecuencia de oscilación ( $f_{BFO}=4,9315\text{MHz}$ ) mediante un frecuencímetro.
2	- Montaje de la etapa de adaptación de la banda base en transmisión. - Montaje de la etapa de modulación en Doble Banda Lateral. - Ajuste del mezclador para minimizar la portadora en la modulación.
3	- Montaje de la cadena de demodulación. - Montaje de la etapa de adaptación de la banda base en recepción. - Diseño, montaje y verificación del control automático de ganancia.
4	- Diseño y montaje del filtro en escalera para la frecuencia intermedia. - Verificación de funcionamiento (con un analizador de espectros).
5	- Diseño y montaje del oscilador de frecuencia variable (VXO). - Diseño, medida y verificación (con un analizador de impedancias) de la bobina del VXO. - Ajuste y medida de la cobertura mediante el ajuste de su condensador.
6	- Diseño y montaje del filtro de antena. - Ajuste del filtro de antena para la supresión de la frecuencia imagen y verificación (con un analizador de espectros).
7	- Ajustes finales de la etapa de recepción y verificación del funcionamiento, recibiendo señales de radioaficionados en la banda de 40m. - Presentación.

Finalmente, cabe reseñar que el profesorado de las asignaturas siempre pone especial énfasis en las tutorías que pudiera llegar a necesitar el alumno en el proceso de diseño. También se facilita el proceso de diseño al alumno, proporcionándole herramientas específicas: hojas de cálculo Matlab, simulaciones de circuitos electrónicos con LTSpice y PSIM, etc.

#### *Metodología y planificación del trabajo autónomo (diseños no reales o artificial)*

En algunas de las clases regladas de las asignaturas Diseño de Sistemas Electrónicos Analógicos, Diseño de Sistemas Electrónicos de Potencia y Dispositivos Electrónicos Programables se propone a todos los alumnos diversos diseños no reales a acometer durante el trabajo autónomo que deben desarrollar para cada una de ellas (Tabla I).

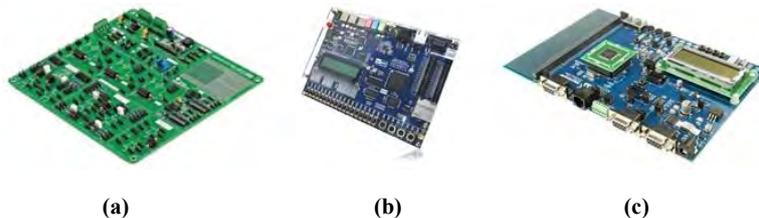
En el caso de la asignatura Diseño de Sistemas Electrónicos Analógicos se le propone a cada alumno el diseño teórico y simulación de un filtro analógico de segundo orden. Para ello, desarrollan el modelo matemático, que posteriormente concretan en una hoja de cálculo Matlab (herramienta con la que están familiarizados desde los primeros cursos del Grado). Posteriormente, simulan su diseño con el software de simulación de circuitos electrónicos

Diego G. Lamar, Alberto Rodríguez, Manuel Arias, Aitor Vázquez, Juan Rodríguez, María R. Rogina, Francisco Fernández Linera, Marta María Hernando y Javier Sebastián.

LTSpice IV (software con el que están familiarizados desde segundo curso del Grado). Finalmente, para la evaluación del diseño deben entregar un informe y realizar una presentación al profesor. El día de la presentación, el alumno también implementa el montaje del filtro con la plataforma Analog System Lab Kit (Fig. 2a), verificando experimentalmente su diseño.

En el caso de la asignatura Dispositivos Electrónicos Programables se les propone dos diseños: el diseño de un marcador de baloncesto y el diseño de un filtro digital con un demodulador de audio. En el primero, programan una Matriz de Puertas Programables (*Field Programmable Gate Array*, FPGA, en su terminología anglosajona) con la plataforma DE2 de Terasic con una Cyclone II (Fig. 2b). En el segundo, programan un Procesador Digital de Señales (*Digital Signal Processor*, DSP, en su terminología anglosajona) con la plataforma dsPICDEM 1.1 con un dsPIC30F6014A (Fig. 2c). En ambos casos, el entrenamiento previo con la plataforma se realiza en las prácticas de laboratorio. Finalmente, para su evaluación deben redactar un informe y realizar una presentación al profesor.

**Figura 2. Plataformas experimentales para el desarrollo de diseños no reales (*artificial*). a) Analog System Lab Kit de Texas Instruments®. b) DE2 de Terasic con una Cyclone II de Altera®/Intel® FPGA. c) dsPICDEM 1.1 de Microchip®**



En el caso de la asignatura Diseño de Sistemas Electrónicos de Potencia se le propone a cada alumno el diseño estático de un convertidor CC/CC no convencional. Es decir, un circuito no visto en las clases regladas. Para el desarrollo del modelo matemático del diseño se les proporciona toda la información que necesitan de la base de datos IEEEExplore del *Institute of Electrical and Electronics Engineers* (IEEE). El contenido de esta base de datos cubre las áreas temáticas de electricidad, electrónica, telecomunicaciones, computación y ramas afines de estas disciplinas: revistas científicas y de divulgación, actas de conferencias y estándares internacionales. Posteriormente, los alumnos implementan el modelo teórico del convertidor CC/CC en una hoja Matlab. Finalmente, para su evaluación deben redactar un informe y realizar una presentación al profesor.

Es obvio, que estas propuestas de diseño no abarcan la mayoría de dimensiones de aplicación de DBL. Son diseños parciales y, por lo tanto, diseños no reales (*artificial*). Las actividades son concebidas desde un punto de vista más tradicional/académico. El rol del tutor únicamente abarca la fase de experto y cliente, ya que la de facilitador está restringida a la acción tutorial (tradicionalmente no utilizada por el alumno). Finalmente, no se crea un ambiente específico para la reflexión y el trabajo colaborativo. Sin embargo, si se fomentan algunas

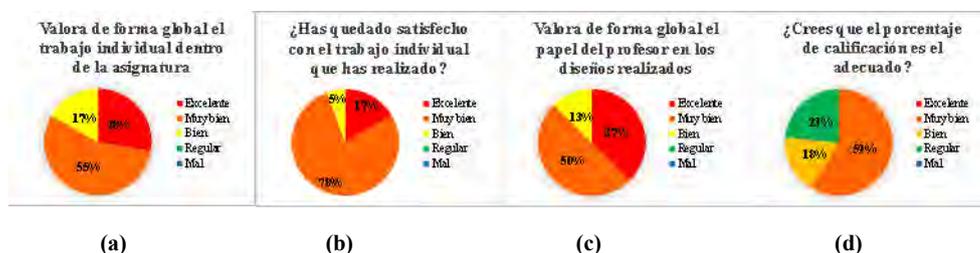
dimensiones clave: aprendizaje obtenido diseñando, autogestión de tiempo y recursos, motivación centrada en acometer diseños, etc.

## Resultados

### *La opinión de los alumnos y su adaptación al DBL*

Se realiza cada curso al alumnado una encuesta relativa a las actividades llevadas a cabo. En ella se le pregunta sobre varios aspectos: la evaluación, el aprendizaje, la utilidad de este tipo de experiencia, etc. La valoración que realizan los alumnos fue muy positiva (Fig. 3a).

**Figura 3. Resultados de la encuesta realizada de todas las asignaturas con aplicación del DBL.**



Como parece razonable la valoración de esta experiencia no puede quedar supeditada únicamente a la opinión de los estudiantes. Por lo tanto, también se analizan los resultados obtenidos en la evaluación, opinión de los profesores, etc. para reflexionar sobre esta experiencia y concluir sobre ella.

### *El tipo de actividades es un problema en este contexto*

Una de las características del DBL es la planificación de las actividades dentro del desarrollo de los diseños. Han de ser lo más parecido posible a las que acometerá el alumno en el desarrollo futuro de su profesión. Sin embargo, en los dos tipos de diseños propuestos en esta experiencia, las tareas planificadas estuvieron condicionadas por su contexto de aplicación.

En los diseños que se desarrollaron dentro del trabajo autónomo de las asignaturas (*artificial*), los alumnos gestionaron su propio tiempo. Ninguna pauta en la planificación de sus tareas por parte del profesor aseguró que las actividades fueran las adecuadas para la aplicación del DBL. De hecho, es habitual que el alumno tenga problemas para planificar sus actividades fuera de las sesiones regladas. En los diseños que se desarrollan en las prácticas de laboratorio (*authentic*), el profesor planifica las tareas a realizar. En este contexto se puede asegurar su adecuación para la aplicación del DBL. Sin embargo, se han de planificar las actividades en un contexto muy encorsetado. Fueron frecuentes comentarios en las sesiones de prácticas del estilo: “es demasiado el trabajo a realizar en las prácticas”, “hay que trabajar mucho antes de cada práctica para poder prepararla”, etc. Finalmente, hay que puntualizar que los alumnos cumplieron con el diseño planificado y quedaron satisfechos con el trabajo realizado (Fig. 3b).

*Diego G. Lamar, Alberto Rodríguez, Manuel Arias, Aitor Vázquez, Juan Rodríguez, María R. Rogina, Francisco Fernández Linera, Marta María Hernando y Javier Sebastián.*

### *El rol del profesor requiere inversión de tiempo y recursos*

Por una parte, el profesor ha de ser consciente de la dedicación que requiere el DBL. La facilitación, la revisión y la conducción en los diseños que desarrollan los alumnos son muy necesarias. También, el profesor debe tener muy presente el rol que debe jugar en cada caso, preparando las sesiones con anterioridad. Todo ello supone una inversión de tiempo superior a la que se realiza con una metodología tradicional. En el caso concreto de este trabajo la opinión de los alumnos del trabajo realizado por el profesor fue muy positiva (Fig. 3c)

Por otra parte, para la aplicación del DBL se necesitan recursos e infraestructuras que arropen el papel que juega el profesor. En muchos casos no se puede contar con esa inversión. El equipo de profesores es consciente de que esta experiencia se ha podido llevar a cabo por lo reducido de los grupos de prácticas de las asignaturas y por la inversión que se realizó en el equipamiento de los laboratorios de prácticas por parte de la EPI y la Universidad de Oviedo en el pasado.

*Hay que tener claro qué se evalúa.*

Hay que asumir que la evaluación de las actividades que se realizan dentro del desarrollo de los diseños sirve para evaluar las competencias puestas en juego. La aplicación del DBL requiere replantear el papel que deben jugar los exámenes en el proceso global de la asignatura, y colocarlos en el lugar apropiado. En el caso que aquí se describe, los alumnos calificaron como muy positiva la evaluación de los diseños dentro de la asignatura (Fig.3d).

*Otra transición natural hacia el Trabajo Fin de Grado.*

Obviamente, los diseños realizados en las últimas asignaturas del Grado servirán como base para la realización de los Trabajos Fin de Grado (TFGs). De hecho, la mayoría de alumnos que cursaron las asignaturas de la Tabla I, realizaron un TFG de electrónica.

### **Conclusiones**

La experiencia de la aplicación del DBL en el currículo de algunas asignaturas de la mención de Electrónica del Grado en Ingeniería en Tecnologías y Servicios de Telecomunicación de la Universidad de Oviedo, ha sido enormemente positiva tanto para los alumnos como para los profesores. De hecho, la aplicación del DBL ha sido una evolución natural de la aplicación previa del PBL. Se ha demostrado que esta metodología es válida para alcanzar los objetivos docentes de la titulación, cumpliendo con las expectativas de los estudiantes y retándolos a la elaboración de diseños. Obviamente, quedan por mejorar muchos aspectos relativos a la evaluación, a la planificación de las tareas, a los diferentes roles que el profesor debe jugar, a la motivación del alumnado, etc. Finalmente, se espera que las conclusiones obtenidas en cada curso sirvan para mejorar la aplicación de DBL al curso siguiente.

*Una Evolución Natural hacia la Aplicación del Aprendizaje Basado en Diseños en las Asignaturas de la Mención de Sistemas Electrónicos del Grado en Ingeniería en Tecnologías y Servicios de Telecomunicación de la Universidad de Oviedo. Una experiencia docente desde EPI de Gijón.*

## Referencias

- Barrows, H.S. (1984). *A specific problem-based, self-directed learning method designed to teach medical problemsolving skills, and enhance knowledge retention and recall*, in: H.G. Schmidt & M.L. de Volder (Eds.) *Tutorials in problem-based learning. A new direction in teaching the health professions* (Maastricht, Van Gorcum).
- Kolmos, A. (2006). *PBL at Aalborg university: contributions to the International PBL*. Conference in Lima. Technology, Environment and Society: Department of Development and Planning: Aalborg University. Moust, J.H.C.
- Van Berkel H.J.M. & Schmidt H.G. (2005). *Signs of erosion: Reflections on three decades of problem-based learning at Maastricht University*. *Higher Education* 50: 665-683. 2005.
- Pablo del Canto, Isabel Gallego, Rubén Hidalgo, Johann López, José Manuel López, Javier Mora, Eva Rodríguez, Eduard Santamaria, Miguel Valero (2007). *Aprender a programar ordenadores mediante la metodología basada en proyectos*. CUIEET 2007.
- Jesús Alcocer, Silvia Ruíz y Miguel Valero-García (2003). *Evaluación de la implantación de aprendizaje basado en proyectos en la EPSC (2002-2003)*. XI Congreso universitario de innovación educativa en enseñanzas técnicas, julio 2003.
- Wijnen, W.H.F.W. (2000). *Towards Design-based Learning*. OGO-brochure, p.8. Educational Service Centre (OSC). Eindhoven University of Technology.
- Gómez Puente S.M., M. van Eijck and W. Jochems (2011). *Towards characterizing design-based learning in engineering education: A review of the literature*. *European Journal of Engineering Education*, Vol. 36, No. 2, pp. 136-149.
- Gómez Puente S.M., M. van Eijck, and W. Jochems (2012). *A sampled literature review of design-based learning approaches: A search for key characteristics*. *International Journal of Technology and Design Education*, [Published online DOI 10.1007/s10798-012-9212-x].
- Gómez Puente, S., Talen-Jongeneelen C.J.M. and Perrenet, J.C. (2009). *The Role of the Tutor in Design-based Learning in Mechanical Engineering*. Conference paper. Proceedings First Ibero-American Symposium on Project Approaches in Engineering Education: The added value of Team Work. University of Minho, Portugal.
- Diego G. Lamar, Manuel Arias, Miguel Rodríguez, Alberto Rodríguez, Pablo F. Miaja y J. Sebastián (2010). *Dificultades de la aplicación del aprendizaje basado en proyectos construcción de una fuente de alimentación conmutada en prácticas de una asignatura de electrónica de potencia*. TAAE 2010, Madrid.
- Manuel Arias, Diego G. Lamar, Alberto Rodríguez, Francisco Fernández Linera y Marta María Hernández (2010). *Influencia del Aprendizaje Basado en Proyectos en asignaturas de diseño de sistemas basados en microcontrolador*. TAAE2010, Madrid.
- Aitor Vázquez, Alberto Rodríguez, Manuel Arias, Pablo.F. Miaja, Diego G. Lamar, Marta María Hernández y Javier Sebastián (2014). *Aprendizaje basado en proyectos mediante el montaje de un kit de comunicaciones*. TAAE 2014, Bilbao



## **Propuesta para compartir escenarios docentes a través de visual thinking. Bases de la termografía, equipos electromédicos termográficos y su aplicación en salud.**

**Enrique Sanchis-Sánchez<sup>a</sup>, Juan Ramón Alarcón Gómez<sup>b</sup> y Enrique Sanchis<sup>c</sup>**

<sup>a</sup>Departamento de Fisioterapia, Universidad de Valencia ([enrique.sanchis-sanchez@uv.es](mailto:enrique.sanchis-sanchez@uv.es)), <sup>b</sup>Departamento de Ingeniería Electrónica, Universidad de Valencia y Departamento Electricidad-Electrónica Centro Integrado Público de Formación Profesional Misericordia ([juan.r.alarcon@uv.es](mailto:juan.r.alarcon@uv.es)), <sup>c</sup>Departamento de Ingeniería Electrónica, Universidad de Valencia ([enrique.sanchis@uv.es](mailto:enrique.sanchis@uv.es)).

---

### ***Abstract***

*Finding ways that facilitate the learning of students, so that this is more effectively is one of the teachers' goal.*

*The use of traditional teaching methods, of complex concepts and their relationship with reality suppose, in numerous occasions, difficulties in learning. For this reason, we propose an experience in which university students in the area of electronic technology and the health area, specifically the degrees in Industrial Electronics Engineering and Physiotherapy, previously trained in the use of the visual thinking tool and with specific knowledge in the concepts of radiation and its types, infrared radiation, its use in health in both treatment and diagnosis, thermoregulation and thermography can transversally share a teaching scenario with students of professional training in the technology areas and health in particular to the Superior Technicians in Clinical Electromedicine, with which we would complete the circle among the technicians who apply the medical diagnostic tools those who design them and those who maintain them.*

**Keywords:** *Visual thinking, teaching transversality, non-ionizing radiation, infrared radiation, temperature, thermography.*

---

### ***Resumen***

*Buscar caminos que faciliten el aprendizaje de los alumnos, para que éste sea con mayor efectividad es uno de los objetivos de los docentes.*

*Propuesta para compartir escenarios docentes a través de visual thinking. Bases de la termografía, equipos electromédicos termográficos y su aplicación en salud.*

*El uso de métodos docentes tradicionales, de conceptos complejos y las relaciones de los mismos con la realidad suponen, en numerosas ocasiones, dificultades en el aprendizaje. Por esta razón, proponemos una experiencia en la que alumnos universitarios del área de tecnología electrónica y del área de salud, en concreto de las titulaciones de Ingeniería en Electrónica Industrial y de Fisioterapia, formados previamente en el uso de la herramienta de visual thinking y con conocimientos específicos en los conceptos de radiaciones y sus tipos, radiación infrarroja, su uso en salud tanto en tratamiento como en diagnóstico, termoregulación y termografía puedan compartir transversalmente un escenario docente con alumnos de formación profesional de las áreas de tecnología y salud en concreto a los Técnicos Superiores en Electromedicina Clínica, con lo que completáramos el círculo entre los técnicos que aplican las herramientas de diagnóstico médico los que las diseñan y los que las mantienen.*

**Palabras clave:** *Visual thinking, transversalidad docente, radiaciones no ionizantes, radiación infrarroja, temperatura, termografía.*

## **Introducción**

Las últimas investigaciones sobre estilos de aprendizaje han confirmado que el cerebro de los seres humanos es eminentemente visual. La capacidad de abstracción y la de planificar están directamente relacionadas con la capacidad de visualizar, por ello las personas que utilizan el sistema de representación visual tienen mayor facilidad y rapidez para adquirir grandes cantidades de información y establecer relaciones entre distintas ideas y conceptos (Constante & Amores 2017).

Desde que el hombre es hombre ha realizado representaciones visuales, para expresar ideas, contar historias, afrontar y solucionar problemas. Las pinturas rupestres del paleolítico son un ejemplo. En la actualidad, esta práctica de pensar con imágenes, de nuestros ancestros se considera una práctica habitual innata que se encuentra en nuestro ADN.

Asimismo, el modelo de aprendizaje de Bandler y Grinder (1988) denominado VAK (visual-auditivo-kinestésico) se apoya en el criterio neurolingüístico que considera que el sistema de entrada y representación de la información se encuentra en gran parte determinado por los sentidos (Grinder & Bandler 1998). La utilización de estos sistemas de representación es desigual, se potencian unos e infrautilizan otros.

La capacidad de abstracción y la de planificar están directamente relacionadas con la capacidad de visualizar, por ello las personas que utilizan el sistema de representación visual tienen mayor facilidad y rapidez para adquirir grandes cantidades de información y establecer relaciones entre distintas ideas y conceptos (Velásquez 2006).

Howard Gardner (1993) en su teoría de “Las Inteligencias Múltiples” describe ocho tipos de inteligencias, en la que incluye la visual-espacial que es la encargada de desarrollar habilidades en el reconocimiento y elaboración de imágenes visuales, permitiendo formar modelos mentales mediante el análisis del espacio que nos rodea, así como la creación de espacios e imágenes (Gardner 2010).

Continuando con esta línea de argumentación el pensamiento visual o *visual thinking* (en Inglés) es algo innato a la condición humana. El pensamiento visual, aunque fue nombrado por Rudolf Arnheim's en 1969 es un concepto en boga y revolucionado por Dan Roam tras la publicación del libro en 2010 “*Tu mundo en una servilleta*”.

*Visual Thinking* significa “aprovechar la capacidad innata para descubrir ideas que de otro modo serían invisibles, desarrollarlas rápida e intuitivamente y luego compartirlas con otras personas de manera que puedan entenderlas de forma inmediata. No existe mejor forma de constatar que realmente sabemos algo que dibujándolo” (Roam 2010).

El pensamiento visual es considerado como una herramienta que consiste en volcar y manipular ideas a través de dibujos simples y fácilmente reconocibles, creando conexiones entre si por medio de mapas mentales, con el objetivo de entenderlas mejor, definir objetivos, identificar problemas, descubrir soluciones, simular procesos y generar nuevas ideas.

El Espacio Europeo de Educación Superior (EEES) nos propone cambios significativos en los procesos de enseñanza-aprendizaje por un lado en los enfoques de aprendizaje que los estudiantes universitarios utilizan durante su formación académica y por otro lado en los planteamientos metodológicos y las estrategias didácticas que los docentes universitarios utilizan (Argos et al. 2013).

Los enfoques de aprendizaje integran tanto la motivación que el estudiante tiene para realizar una tarea como las estrategias que va a utilizar para conseguirlo. Se trata de algo complejo, dinámico y continuo que afecta a procesos profundos del conocimiento (metacognición) y a la utilización, en la práctica, de las estrategias necesarias para la consecución de los objetivos de aprendizaje (Tocci 2013).

En este contexto, en numerosas ocasiones los docentes observamos como los alumnos tienen dificultades de aprendizaje, con los métodos docentes tradicionales, de conceptos complejos y las relaciones de los mismos con la realidad. Por esta razón, proponemos una experiencia en la que alumnos universitarios del área de tecnología electrónica y del área de salud, en concreto de las titulaciones de Ingeniería en Electrónica Industrial y de Fisioterapia, formados previamente en el uso de la herramienta de visual thinking y con conocimientos específicos en los conceptos de radiaciones y sus tipos, radiación infrarroja, su uso en salud tanto en tratamiento como en diagnóstico, termoregulación y termografía puedan compartir transversalmente un escenario docente con alumnos de formación profesional de

*Propuesta para compartir escenarios docentes a través de visual thinking. Bases de la termografía, equipos electromédicos termográficos y su aplicación en salud.*

las áreas de tecnología y salud en concreto a los Técnicos Superiores en Electromedicina Clínica, con lo que completáramos el círculo entre los técnicos que aplican las herramientas de diagnóstico médico los que las diseñan y los que las mantienen.

Este tipo de experiencias de formación adquirida entre iguales produce mayor eficacia en los resultados y genera mayor adhesión en el escenario docente y a posteriori en los escenarios laborales.

Para llevar a término la experiencia se ha configurado un grupo multidisciplinar pero interrelacionado en las distintas áreas de conocimiento involucradas (Profesionales del área de la Salud que compaginan la docencia Universitaria, Profesorado que imparte docencia en la Universidad y en la Formación Profesional, etc.), siendo comunes a todas ellos con sus matices los conocimientos, competencias, capacidades y resultados del aprendizaje.

### **Trabajos Relacionados**

El profesorado del Centro de Formación Profesional en el que se realizará la experiencia ha recibido, en los últimos años, cursos sobre nuevas herramientas docentes que facilitan el aprendizaje, entre ellos hay que destacar los relacionados con Visual thinking:

- *Pensamiento Visual. El dibujo como herramienta de aprendizaje.* Plan de Formación del Profesorado Centro Integrado Público de Formación Profesional Miseriecordia.
- *Pensamiento Visual.* Centro de Formación e Innovación y Recursos Específicos de Formación Profesional de la Comunidad Valenciana.

Algunos profesores están utilizando esta herramienta de manera ocasional y afirman que los resultados son satisfactorios y que los alumnos muestran gran aceptación del uso de la misma.

### **Metodología**

La experiencia propuesta tiene los siguientes objetivos:

1. **Ámbito universitario:**
  - Dar a conocer a los alumnos universitarios las bondades de la herramienta *visual thinking*:
    - medio para mejorar la capacidad de comprensión y síntesis.
    - facilitador para expresar ideas cuando las palabras no son suficientes.
    - desencadena procesos compartidos de pensamiento diálogo, diseño y acción.
  - Formar a los alumnos universitarios en conceptos específicos sobre radiaciones, infrarrojos, termorregulación y termografía y su aplicación en salud.
  - Motivar el auto-aprendizaje e-learning.

- Compartir escenario docente entre los alumnos universitarios previamente formados para formar a través de visual thinking a los alumnos de formación profesional en los conceptos específicos detallados.
- 2. **Ámbito Formación Profesional:**
  - Favorecer la actividad y la participación del alumnado, usando metodologías activas y contextualizadas que faciliten la participación e implicación del alumnado así como la utilización de estrategias de comunicación en función del rol a desarrollar en la experiencia.
  - Favorecer la enseñanza-aprendizaje de hábitos y procedimientos profesionales.
  - Crear un clima en el aula de colaboración y comunicación positiva.
  - Favorecer el aprendizaje autodidacta focalizando la atención en cuestiones prácticas.
  - Prever varios niveles de aprendizaje en función de la titulación de partida del alumnado.
  - Contemplar momentos de resumen y recapitulación de los aspectos que se han ido desarrollando mediante actividades (visual thinking) de síntesis.

La metodología contextualizada prevista para utilizar en esta propuesta contiene los siguientes pasos (figuras 1, 2 y 3):

- A. Alumnos universitarios:
  1. Captación de alumnos universitarios para participar en la experiencia.
  2. Realización de un seminario de formación inicial a los alumnos universitarios voluntarios a participar en la experiencia, que constará de dos partes:
  3. Sesión en la que se realizará
    - a. exposición de la propuesta, objetivos, metodología a seguir y conocimientos que se persiguen alcanzar.
    - b. explicación teórico-práctica de visual thinking.
  4. Sesión de exposición de los conocimientos específicos a adquirir para transformar con visual thinking y compartir en el escenario docente universitario-formación profesional.
  5. Motivación para auto-aprendizaje e-learning sobre la herramienta. Estudio fuera del aula de los contenidos teórico-prácticos a transmitir (*flipped classroom*).
  6. Realización del material docente utilizando la herramienta visual thinking.
- B. Llevar a cabo la experiencia transversal docente universitaria-formación profesional.
- C. Evaluación de la experiencia: Se utilizará un cuestionario auto-administrado basado en preguntas con respuestas con una escala tipo Likert:

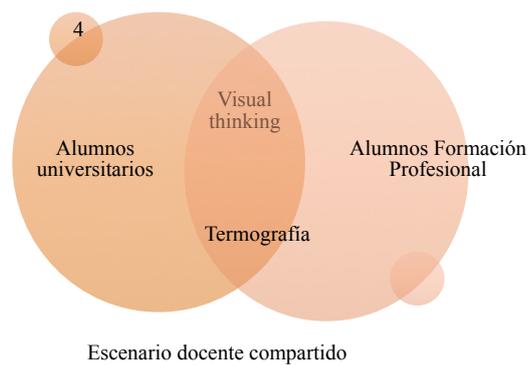
*Propuesta para compartir escenarios docentes a través de visual thinking. Bases de la termografía, equipos electromédicos termográficos y su aplicación en salud.*

1. Evaluación de los conocimientos adquiridos.
2. Valoración del grado de aceptación, grado de satisfacción con la experiencia vivida y las dificultades encontradas.

**Figura 1. Pasos a seguir con los alumnos universitarios.**



**Figura 2. Experiencia docente transversal Universidad-Formación profesional.**



**Figura 3. Evaluación de la experiencia docente.**



### Resultados

Al ser una propuesta, podemos hablar de resultados previstos y que están íntimamente relacionados con la aportación de la implementación de esta herramienta docente y con la experiencia de docencia transversal compartiendo escenarios. Por todo ello, esperamos los siguientes resultados (tablas 1 y 2):

1. Aceptación de la experiencia por parte de los alumnos.
  - Alumnos universitarios.
  - Alumnos Formación profesional.
2. Satisfacción de la experiencia.
3. Participación de los alumnos de Formación Profesional.
4. Adquisición de conocimientos de visual thinking.
5. Conocimiento sobre el uso de la termografía en salud y sus bases teóricas, en función de las capacidades y competencias contextualizadas de cada titulación.

**Tabla 1. Resultados previstos sobre aceptación y satisfacción.**

	Aceptación Experiencia docente	Satisfacción Alumnos
Alumnos universitarios	100%	100%
	buena-muy buena	moderada-alta
Alumnos de Formación Profesional	80%	75%
	buena-muy buena	moderada-alta

*Propuesta para compartir escenarios docentes a través de visual thinking. Bases de la termografía, equipos electromédicos termográficos y su aplicación en salud.*

**Tabla 2. Resultados previstos sobre adquisición de conocimientos.**

Adquisición de conocimientos		
	Visual thinking	Termografía en salud
Alumnos universitarios	100% adecuada-muy adecuada	100% adecuada-muy adecuada
Alumnos de Formación Profesional	90% adecuada-muy adecuada	75% adecuada-muy adecuada

## Conclusiones

Este tipo de actividades de aprendizaje-enseñanza son de interés porque motivan a los alumnos y les aportan un valor añadido continuo que les permitirá descubrir y fortalecer capacidades que les serán de gran ayuda en sus procesos de aprendizaje incorporando este nuevo enfoque.

Compartir escenarios docentes Universidad-Formación Profesional es interesante para la implementación de competencias.

## Referencias

- Argos, J. et al. (2013). La evaluación de los aprendizajes de los estudiantes en el marco del Espacio Europeo de Educación Superior ( EEES ): sus prácticas , preferencias y evolución. *European Journal of investigation in health, psychology and education*. 3(3), pp.181–194.
- Gardner, H. (2010). *La inteligencia reformulada: las inteligencias múltiples en el siglo XXI*. Paidós Ibérica.
- Grinder, John., Bandler, R. (1998). *La estructura de la magia*. Cuatro Vientos.
- Mera Constante, M.A. & Amores Guevara, P. del R. (2017). Estilos de aprendizaje y sistemas de representación mental de al información. *Revista Publicando*, 4(12 (1)), pp.181–196. Available at: [http://rmlconsultores.com/revista/index.php/crv/article/view/651/pdf\\_457](http://rmlconsultores.com/revista/index.php/crv/article/view/651/pdf_457).
- Roam, D. (2010). *Tu mundo en una servilleta*. 9ªedición, Gestión 2000.
- Tocci, A.M. (2013). Estilos de aprendizaje de los alumnos de ingeniería según la programación neuro-lingüística. *Revista de estilos de aprendizaje*, 12(12), pp.167–178. Available at: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4563646&orden=1&info=link%5Chttps://dialnet.unirioja.es/servlet/extart?codigo=4563646>.
- Velásquez, B. et al. (2006). Neuroscientific Theories of Learning and Their Implication in the Knowledge Construction of University Students. *Tabula Rasa*, 5, pp.229–245.



## EMC: aspectos prácticos en el ámbito docente

**Alberto M. Pernía, Juan A. Martín-Ramos, Pedro J. Villegas, J.A. Martínez, Miguel J. Prieto**

Universidad de Oviedo-Área de Tecnología Electrónica Gijón, Spain. Email: amartinp@uniovi.es,

---

### **Abstract**

*Electromagnetic Compatibility is a key aspect in the design of electronic systems, however, the teaching dedication assigned to a large part of the electronic profile technical qualifications is minimal or non-existent. The knowledge of fundamental aspects related to the interactions between systems due to the presence of electromagnetic fields, as well as a description of the existing regulations that must be observed, will improve the profile of our graduates to face the future designs that the technological environment will demand.*

*The teaching orientation towards the practical aspects of this discipline will facilitate the understanding of the existing phenomena both in the field of emission and electromagnetic immunity. That is why our proposal is oriented towards the physical visualization of different electromagnetic coupling modes.*

*The knowledge of the effects derived from the emission and reception of electromagnetic fields and the methods followed for their measurement, will provide students with the knowledge to apply the prevention techniques during design, improving their technological capacities.*

**Keywords:** *Electromagnetic compatibility (EMC), electromagnetic interferences (EMI), immunity, emission..*

---

### **Resumen**

*La Compatibilidad Electromagnética es un aspecto clave en el diseño de sistemas electrónicos, sin embargo la dedicación docente asignada en gran parte de las titulaciones técnicas de perfil electrónico es mínima o inexistente. El conocimiento de aspectos fundamentales relativos a las interacciones entre sistemas debido a la presencia de campos electromagnéticos, así como una descripción de la normativa existente que ha de ser observada, permitirá*

*EMC: aspectos prácticos en el ámbito docente*

*mejorar el perfil de nuestros egresados para enfrentarse de forma eficaz a los futuros diseños que demandará el entorno tecnológico en el que se encuentren.*

*La orientación docente hacia los aspectos prácticos de esta disciplina va a facilitar la comprensión de los fenómenos existentes tanto en el ámbito de la emisión como de la inmunidad electromagnética. Es por ello que la propuesta docente que se realiza está orientada hacia la visualización física de los distintos modos de acoplamiento.*

*El conocimiento de los efectos derivados de la emisión y recepción de campos electromagnéticos y los métodos seguidos para su medición, dotará a los alumnos de los conocimientos para aplicar las técnicas de prevención durante la fase de diseño, mejorándose sus capacidades.*

**Palabras clave:** *Compatibilidad electromagnética (CEM), interferencia electromagnética, emisión, inmunidad.*

## **Introducción**

Hoy en día la incorporación de productos electrónicos en el mercado internacional pasa por el cumplimiento de un conjunto de normas en distintos ámbitos: seguridad, fiabilidad, etc. que garantizan la calidad de nuestros productos [1]. El no cumplimiento de alguna de ellas puede conllevar la imposibilidad de introducir el producto en el mercado o la retirada de los mismos con las consiguientes pérdidas económicas para la empresa [2].

En Europa la reglamentación aplicable se traduce en el conocido marcado CE, que constituye una prueba de que los productos han sido ensayados con arreglo a la normativa europea y que cumplen con los requisitos de medio ambiente, seguridad y sanidad exigidos en la Unión Europea. La importancia del conocimiento tanto de las normas como de los métodos de ensayo proporciona una visión de que aspectos han de tratarse durante el diseño de los productos. Es por lo tanto necesario que los alumnos incorporen entre sus competencias conocimientos básicos sobre las normativas en las que van a desarrollar su trabajo [3].

En las titulaciones [4] cuyo perfil técnico se orienta hacia la electrónica en sus distintos campos, la compatibilidad electromagnética es un aspecto fundamental no solo por las implicaciones regulatorias impuestas, sino por las consecuencias sobre el correcto funcionamiento de los equipos y en algunos casos sobre la seguridad de las personas [5]. Si nos centramos en los aspectos puramente tecnológicos, la proliferación de todo tipo de equipos electrónicos tanto de uso personal como profesional plantea interesantes interrogantes en cuanto a dos conceptos fundamentales de la compatibilidad electromagnética: como se

contaminan el ambiente radioeléctrico y como son de susceptibles nuestros equipos electrónicos al entorno electromagnético en el que operan [6].

Estos dos conceptos engloban los conocimientos básicos necesarios para cualquier técnico que tenga entre sus funciones el diseño de equipos electrónicos. Se plantea por lo tanto abordar los mecanismos por los cuales un sistema electrónico emite radiación electromagnética a través de un medio (Emisión), que puede ser el aire o los conductores presentes en el sistema [7]. En segundo lugar, observar los fenómenos por los cuales una radiación electromagnética transmitida a través del aire u otro tipo de medio físico puede afectar al correcto funcionamiento de un circuito electrónico (Inmunidad) [8].

El planteamiento de ambos conceptos puede ser estudiado de forma teórica a partir de las ecuaciones de Maxwell con la dificultad que entraña y la desmotivación que puede causar en algunos de los estudiantes [9]. Por otra parte la percepción física de lo que ocurre ante determinadas situaciones mediante la medida experimental de los problemas que plantean tanto la emisión como la inmunidad en nuestros equipos, proporciona una visualización práctica difícil de olvidar por los alumnos. Es por ello que se considera especialmente útil el aprendizaje los conceptos básicos relacionados con la compatibilidad electromagnética a través de actividades prácticas. Con esta finalidad se proponen algunos experimentos sencillos que permitan identificar los distintos mecanismos que intervienen y son causa frecuente de problemas en los equipos electrónicos debidos a interferencias electromagnéticas.

### **Objetivos de aprendizaje**

Se trata de introducir al alumno en conceptos básicos de compatibilidad electromagnética, que le permitan plantear sus diseños no solo por su funcionalidad sino también por criterios de reducción de emisiones o inmunidad ante ruidos externos [10]. En este sentido se plantea como conceptos esenciales el conocimiento de:

- Las técnicas de acoplamiento electromagnético
- Atenuar la emisión de ruido electromagnético
- Como minimizar la susceptibilidad de un equipo ante campos electromagnéticos

Se trata de clarificar como la existencia de campos electromagnéticos externos puede llegar a condicionar el correcto funcionamiento de un sistema electrónico (Susceptibilidad) o como nuestros prototipos contaminan el entorno (Emisión). En ambos casos tendremos que diferenciar cuando el medio por el que se transmite el ruido es el aire, en cuyo caso tendremos emisión o inmunidad radiada, y cuando el medio físico que transmiten la señal ruidosa son los cables, fenómeno conocido por emisión o inmunidad conducida.

Para alcanzar los objetivos propuestos se plantea identificar en primer lugar cuales son las técnicas de acoplamiento entre los circuitos: acoplamiento capacitivo, inductivo y por im-

pedancia común. Conocidas estas, será mucho más intuitivo prevenir sus consecuencias y proponer medidas que atenúen sus efectos. Cada una de ellas puede ser tratada a través de una sencilla práctica donde se visualicen las corrientes o tensiones inducidas en cada caso, su amplitud y como la frecuencia de la señal interviene en este parámetro.

Conocidas las técnicas de acoplamiento y su efecto en los circuitos se pueden proponer técnicas de filtrado específicas según el tipo de señal. Habitualmente el filtrado se centrará en la incorporación de bobinas que incrementen la impedancia de los caminos seguidos por la corriente y condensadores que estabilicen las tensiones de determinados conductores o proporcionen caminos de baja impedancia a las corrientes ruidosas de alta frecuencia.

Otro aspecto a tener en cuenta será la presencia de impedancias comunes, caso típico de las conexiones a masa. La presencia de impedancias compartidas por varios circuitos hace que todos se encuentren acoplados y los cambios que uno de ellos sufra se trasladará en mayor o menor medida al resto. Esta es una causa muy extendida de problemas en los diseños de los circuitos impresos (PCB) y que en muchas ocasiones se solventa con un diseño correcto de los planos de masa.

La observación experimental de los conceptos mencionados anteriormente muestra la importancia que tiene un correcto trazado de las pistas en una PCB desde el inicio del diseño sin necesidad de esperar a la realización de ensayos CEM que lo cuantifiquen. Se trata no tanto de cuantificar los fenómenos, sino de transmitir la idea de su importancia y de las consecuencias que pueden acarrear en el funcionamiento de los equipos. Inculcar la prevención y la preocupación por un correcto diseño, para evitar la incorporación de elementos adicionales (filtros, ferritas, apantallamientos, etc.) cuando el equipo ya está finalizado.

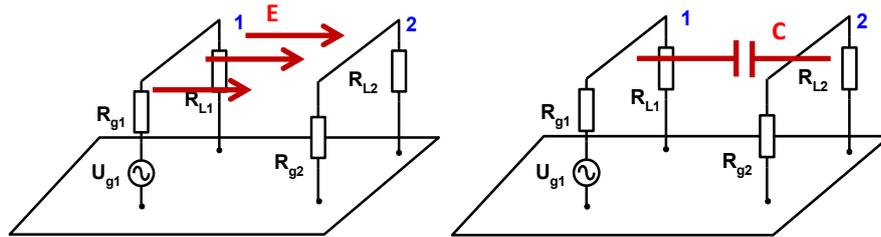
## **Metodología**

Para analizar la eficacia de la propuesta se plantea la realización de un test inicial para identificar si los alumnos conocen algunos de los conceptos básicos relacionados con la compatibilidad electromagnética y el diseño de PCB's. Conceptos relacionados con los modos de acoplamiento, influencia de la frecuencia, efecto de los bucles en las PCB's, ventajas del trenzado de cables y la presencia de planos de masa, etc. Estos resultados mostrarán los conocimientos de los que parten los alumnos y podrán ser comparados al final de las sesiones con las nuevas capacidades adquiridas. Se plantean a continuación algunas actividades que podrán ser incorporadas a las asignaturas con contenidos específicos de compatibilidad electromagnética o aquellas relacionadas con el diseño electrónico en general.

### *A.- Acoplamiento Eléctrico*

En la figura 1 se muestra como dos circuitos que tan solo comparten un punto en común (plano de masa) pueden interactuar ocasionándose tensiones en algún nodo (ej. Nodo 2) sin que existan en la malla fuentes que lo provoquen.

Figura 1. Acoplamiento eléctrico



La diferencia de potencial entre elementos metálicos separados por algún tipo de aislante que actúa como dieléctrico puede fácilmente modelarse como una capacidad equivalente. La impedancia que presenta ese condensador parásito dependerá de la frecuencia ( $x_C=1/j\omega C$ ) y por lo tanto será un camino fácil para aquellas corriente de alta frecuencia.

Para visualizar este efecto no tenemos más que acercar dos pistas conductoras y aplicar una tensión senoidal tal y como se indica en la figura 2. La carga forma un bucle con la fuente de tensión a través del equivalente capacitivo que ofrece la superficie enfrentada de ambas pistas. Podríamos estimar numéricamente la capacidad entre pistas mediante la expresión:

$$\frac{C}{l} = \frac{\pi \epsilon_0 \epsilon_r}{\ln\left(\frac{\pi(d-w)}{w+t} + 1\right)} \quad (1)$$

Donde  $d$  es la distancia entre pistas,  $w$  el ancho de la pista y  $t$  el espesor de la misma. La medida con un analizador de impedancia nos proporciona un valor de  $C=6,7\text{pF}$ . Por lo que al esquema de la figura 2 se transforma en el circuito equivalente mostrado debajo. La presencia del campo eléctrico también puede simularse fácilmente con un programa libre de elementos finitos como el FEMM (figura 3).

Figura 2. Modelo equivalente de dos pistas. Tensión generada en la carga mediante el acoplamiento eléctrico,  $f=5\text{MHz}$ ,  $R=1\text{k}\Omega$  (Dcha).

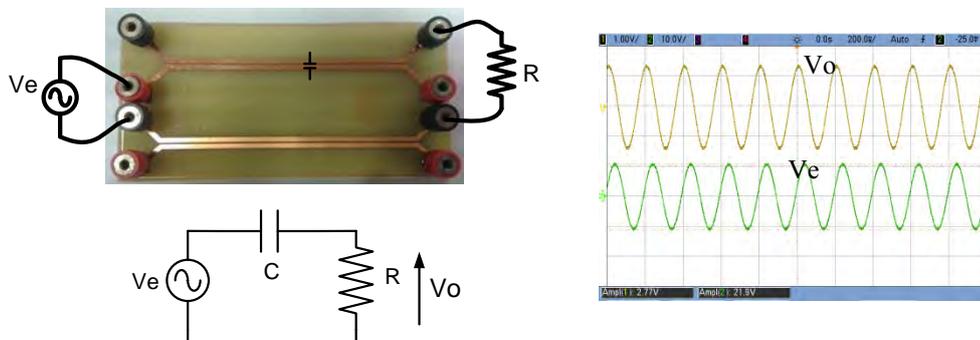
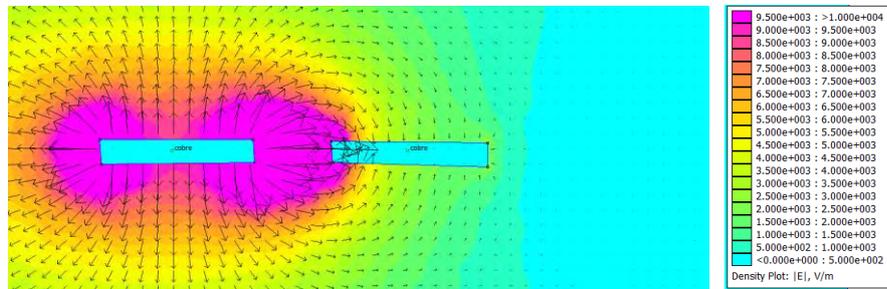


Figura 3. Simulación del campo eléctrico con FEMM



Aplicando en el circuito de la figura 2 una tensión de 10V a la frecuencia de 5MHz con una resistencia  $R=1k\Omega$ , se observan las formas de onda indicadas (figura 2, dcha), donde queda patente la importancia de tener en cuenta la presencia de capacidades parásitas en los circuitos.

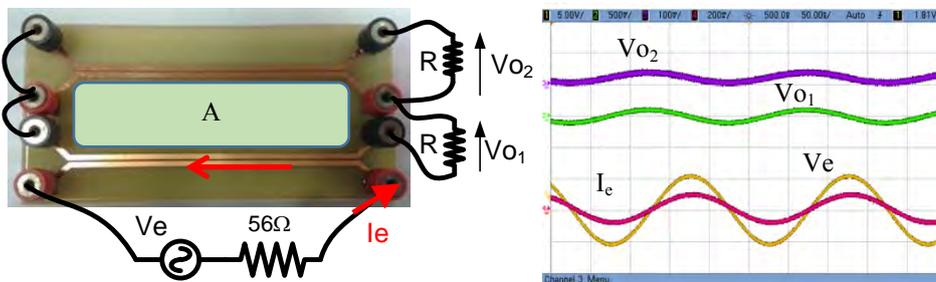
La variación de la frecuencia durante el ensayo mostrará al alumno la clara dependencia de los efectos capacitivos con la frecuencia y como las corrientes de alta frecuencia encuentran un camino de baja impedancia a través de las capacidades parásitas presentes en los circuitos, dando en muchos casos lugar a corrientes de modo común.

*B.- Acoplamiento Magnético*

Con un esquema similar se puede mostrar la influencia de los bucles que forman las pistas en una PCB y cómo pueden verse influenciados por corrientes próximas. En el esquema de la figura 5 se indican dos cargas cortocircuitadas a través de un bucle con una superficie A y otro cuya superficie es prácticamente despreciable. Midiendo la tensión en cada carga (figura 5) se observa la importancia de reducir los bucles formados por los distintos conductores.

$$u = N \frac{d\phi}{dt} = A \frac{dB}{dt} \tag{2}$$

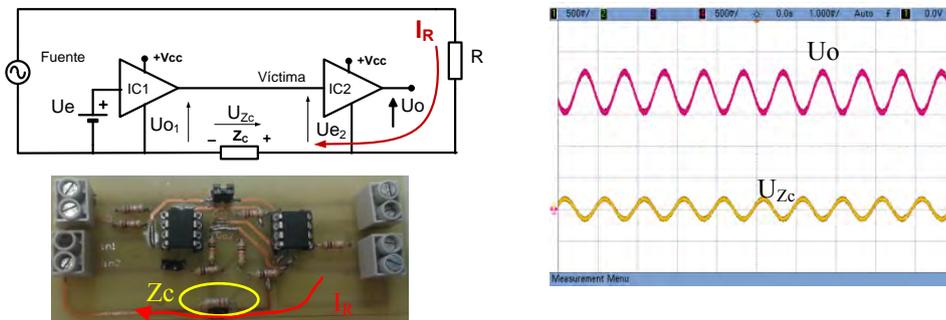
Figura 5. Efecto del acoplamiento magnético. Dcha, tensión inducida Vo1 [0,5V/div], Vo2 [0,1V/div].



C.- Acoplamiento por impedancia común

Para identificar como la presencia de una impedancia común entre dos circuitos puede afectar a la respuesta de uno de ellos, se plantea la conexión en cascada de dos amplificadores con ganancia  $G=2$ , en los que la conexión del terminal de referencia entre ambos se realiza a través de una pequeña resistencia según el esquema de la figura 6. Se observa como aparece una componente de alterna en la salida  $U_o$  cuya amplitud depende del valor de dicha resistencia.

Figura 6. Acoplamiento por  $Z_c$  común. Dcha, tensión inducida  $U_o$  con una corriente de 300mA



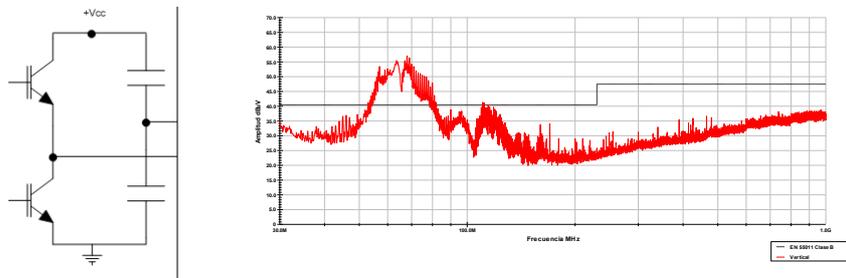
D.- Casos prácticos

Una vez que los tipos de acoplamiento han sido identificados aparece la necesidad de prevenir sus efectos y en caso contrario proceder al filtrado de las señales no deseadas. La prevención pasa por tres reglas básicas que durante los ensayos realizados en los apartados anteriores ya se perciben :

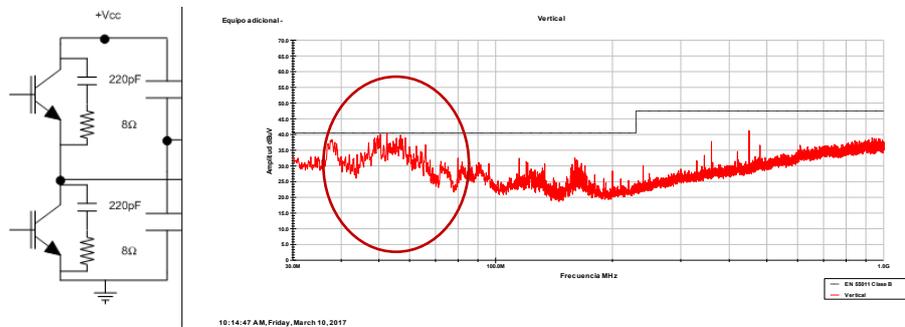
- Reducir bucles (previene tanto emisión como inmunidad)
- Introducir planos de masa (minimiza impedancias comunes)
- Estabilizar tensiones (reduce la emisión electromagnética)

En este sentido para afianzar los conceptos previos, se muestran varias situaciones prácticas en las que se detecta y corrige el efecto de las interferencias electromagnéticas.

Figura 7. Interferencias radiadas en un medio puente

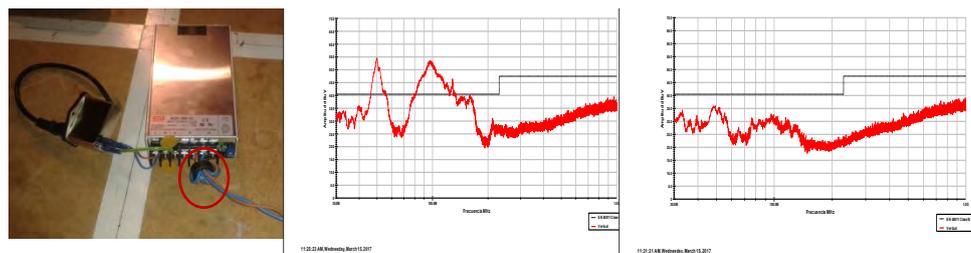


**Figura 8. Reducción del EMI radiado en un medio puente gracias a la presencia de un snubber RC**



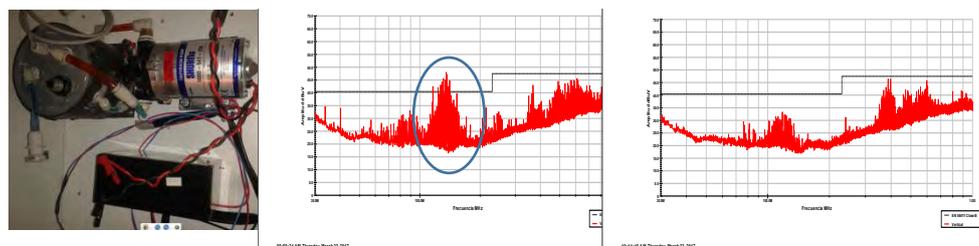
La figura 7 y 8 muestran la eficacia de suavizar las señales de alta frecuencia presentes en los interruptores de las topologías de potencia mediante simples redes de ayuda a la conmutación.

**Figura 9. Efecto de ferritas en cables de alimentación.**



El filtrado correcto de los cables de alimentación permite reducir notablemente la radiación electromagnética emitida. En la figura 9 (izda.) se muestra una fuente de alimentación comercial conectada a través de cables que si no son filtrados adecuadamente provocan una emisión que supera la normativa (fig.9 centro). En cambio la incorporación de una ferrita aumenta la impedancia en alta frecuencia y reduce notablemente el ruido emitido (fig.9 dcha.). Las conexiones a tierra de las estructuras metálicas facilitan el apantallamiento del ruido electromagnético radiado, como puede observarse en la bomba de la figura 10. Solamente cuando se conecta la carcasa a tierra (fig. 10 dcha.) el ruido generado se reduce sustancialmente. Por el contrario si se deja la carcasa flotante el sistema no cumple con la normativa (fig. 10 centro)

**Figura 10. Apantallamiento de una bomba mediante conexión a tierra de la carcasa**



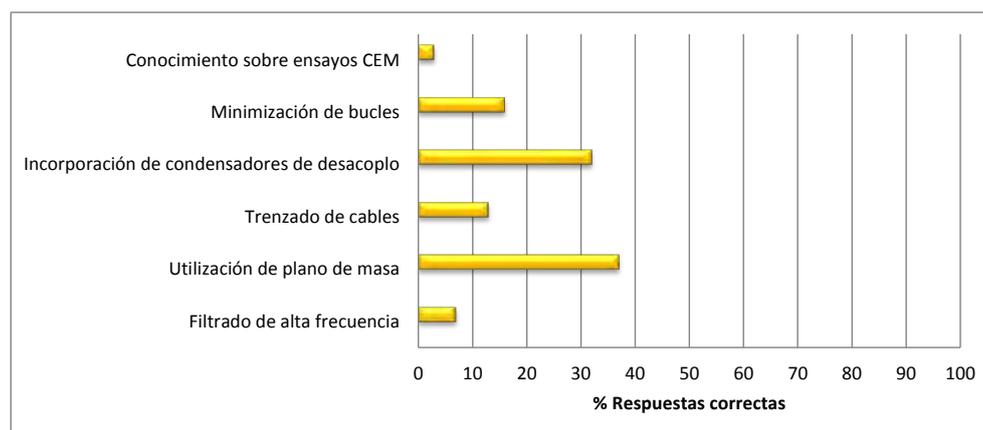
A través de la observación de diversas situaciones reales el alumno va adquiriendo la percepción práctica de cómo se propagan los campos electromagnéticos, como inciden en los equipos y cuáles son las soluciones a su alcance que pueden ser implementadas en sus diseños.

La descripción de cada uno de los ensayos que se realizan en el laboratorio de precertificación se llevó a cabo mediante la creación de vídeos explicativos que se cargaron en el Campus Virtual de la asignatura. El alumno dispone de los vídeos con suficiente antelación para que pueda visualizarlos antes de la evaluación de sus conocimientos.

## Resultados

Para validar la experiencia de transmitir conocimientos relativos a la compatibilidad electromagnética a través de la experimentación práctica, se realizó a los alumnos un test inicial con el objetivo de identificar sus conocimientos previos. Las preguntas del test estaban orientadas hacia las técnicas más comunes para la reducción de interferencias y filtrado.

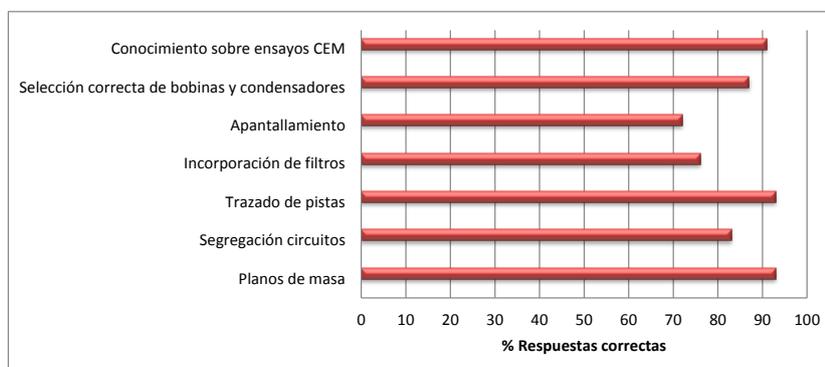
**Figura 11. Resultados test inicial sobre una población de 21 alumnos**



Una vez realizadas las prácticas propuestas y mostrados casos prácticos como los incluidos en las figuras 7-10, se propuso un nuevo test haciendo hincapié en conceptos similares y se comprobó en los prototipos que habían desarrollado :

- El correcto diseño de planos de masa
- La segregación de circuitos según su funcionalidad, frecuencia, potencia, etc.
- La correcta interconexión de señales potencialmente ruidosas (Ej. Driver)
- La minimización de bucles y correcto cableado
- La incorporación de filtros y condensadores de desacoplo

**Figura 11. Resultados finales sobre una población de 25 alumnos**



Los resultados obtenidos muestran una clara mejoría de los diseños realizados por los alumnos en titulaciones de Master orientadas al ámbito electrónico. Las reglas básicas de diseño de PCB's así como la selección adecuada de los componentes, no solo por su funcionalidad sino por sus características dependientes de la frecuencia, fueron utilizadas adecuadamente en sus desarrollos prácticos.

## Conclusiones

La utilización de sencillas prácticas que afiancen los conceptos relativos a los mecanismos de acoplamiento electromagnético así como la visualización de problemas reales en equipos comerciales ha permitido una mejora sustancial de los conocimientos adquiridos por los alumnos para el desarrollo de sus diseños electrónicos.

La incorporación de videos de corta duración con contenidos relativos al funcionamiento específico de un laboratorio de pre-certificación EMC, proporciona un conocimiento detallado de los ensayos, que predispone hacia un diseño electrónico no solo funcional sino también orientado al cumplimiento de la normativa vigente.

## Referencias

- [1] «UNE-EN\_61000-6-32007.pdf». .
- [2] N. Wainwright, «Understanding the importance of administrative compliance», 2014, pp. 3539.
- [3] J. Balcalls Sendra, *Interferencias electromagnéticas en sistemas electrónicos*. Barcelona: Marcombo, 2005.
- [4] «Máster Universitario en Conversión de Energía Eléctrica y Sistemas de Potencia - Inicio». [En línea]. Disponible en: <http://mastereecps.uniovi.es/>. [Accedido: 01-feb-2018].
- [5] H. W. Ott, *Electromagnetic Compatibility Engineering: Ott/Electromagnetic Compatibility*. Hoboken, NJ, USA: John Wiley & Sons, Inc., 2009.

- [6] C. R. Paul, *Introduction to electromagnetic compatibility*, 2nd ed. Hoboken, N.J: Wiley-Interscience, 2006.
- [7] J. L. Sebastián Franco, *Fundamentos de compatibilidad electromagnética*. Madrid: Addison-Wesley, 2007.
- [8] K. Armstrong, «Cost-effective Risk Management of EMC without special EMC design expertise or testing». IEEE International Symposium on Electromagnetic Compatibility (EMC), 2013, pp. 386-391.
- [9] Y. Zhao y K. Y. See, «A Practical Approach to EMC Education at the Undergraduate Level», *IEEE Trans. Educ.*, vol. 47, n.º 4, pp. 425-429, nov. 2004.
- [10] V. Kus y P. Drabek, «The education of EMC -the strategy and teaching overview at the UWB». IEEE International Symposium on Electromagnetic Compatibility (EMC), 2011, pp. 976-981.



## HABILIDADES SOCIALES EN LA INGENIERÍA

Karmele Artano-Perez<sup>a</sup> y Pilar Martínez-Blanco<sup>b</sup>

<sup>a</sup> [karmele.artano@ehu.eus](mailto:karmele.artano@ehu.eus), <sup>b</sup> [mp.martinez@ehu.eus](mailto:mp.martinez@ehu.eus)

Departamento de Ingeniería Minera y Metalúrgica y Ciencia de los Materiales. Escuela Universitaria de Ingeniería de Vitoria –Gasteiz. Universidad del País Vasco UPV/EHU, C/ Nieves Cano, 12, 01006 Vitoria - Gasteiz.

---

### **Abstract**

*Companies consider that there is a mismatch between the training that university students receive and what companies demand. Working on the competences that companies require, we try to reduce this gap to alleviate them progressively.*

*The use of active methodologies focused on student learning process allows to work and achieve more effectively those professional skills, which are provided in the Bachelor Degree in Automotive with a specific subject to develop them.*

**Keywords:** social skills, effective communication, active methodologies.

---

### **Resumen**

*Las empresas consideran que existe un desajuste entre la formación que reciben los y las universitarias y lo que ellas demandan. Trabajando las competencias que las empresas requieren se pretende disminuir esas diferencias para progresivamente paliarlas.*

*El uso de metodologías activas, centradas en el aprendizaje del estudiante, permiten trabajar y alcanzar eficazmente esas destrezas profesionales, y de manera más directa al disponer en los estudios del Grado de Automoción de una asignatura específica para desarrollarlas.*

**Palabras clave:** habilidades sociales, comunicación eficaz, metodologías activas.

## **Introducción**

La enseñanza en el ámbito de la ingeniería ha estado tradicionalmente centrada en la capacitación técnica, dejando a un lado las destrezas propias de las habilidades sociales. En los últimos años, con el cambio de paradigma de la enseñanza, más centrada en las competencias que en los contenidos, se abre una puerta en la que el mundo de la empresa tiene mucho que decir.

En ese ámbito, lo que se demanda por parte de las ingenierías son profesionales formados y preparados no sólo técnicamente sino también en otros aspectos como el trabajo en equipo, la resolución de problemas, la innovación y la comunicación de información, entre otros. En (Mills & Treagust, 2003) ya se reclama que lo que requiere la enseñanza de la ingeniería son habilidades basadas en relaciones humanas: *"less chalk and talk more", more "human" skills*.

En este trabajo se pretende explicar la experiencia alcanzada con una asignatura creada específicamente para trabajar estos aspectos en una titulación de Ingeniería.

## **Trabajos Relacionados**

Desde que se inició en 1998 el proceso de Bolonia con la Declaración de La Soborna (Europeo, 1998), el interés de los países de la Unión Europea por adaptar sus titulaciones universitarias al mercado laboral, tal y como se manifiesta en (M. M. Navarro, Iglesias, & Torres, 2006), ha ido en aumento. Actualmente se sigue en ese empeño.

En el ámbito de las ingenierías, diferentes autores como (Ambrose, Bridges, DiPietro, Lovett, & Norman, 2010; Felder, Brent, & Prince, 2011; Sheppard, Macatangay, Colby, & Sullivan, 2008) proponen, entre otros aspectos, cómo afrontar el diseño de los nuevos planes de estudios y cambios de paradigma en el proceso enseñanza-aprendizaje haciendo uso de metodologías activas.

En los últimos años, la implantación de este tipo de metodologías, activas e innovadoras, buscan además estimular el espíritu crítico y emprendedor de los y las ciudadanas (Rodríguez, 2017). Dentro de ellas, cabe mencionar el aprendizaje cooperativo (L. P. Navarro, 2007) que fomenta el trabajo en equipo y promueve la participación y contribución de todos los miembros del equipo.

Estas ideas suponen un cambio en el modelo tradicional, basado en la enseñanza de contenidos, a un nuevo modelo centrado en el aprendizaje del alumnado (March, 2006), fomentando la participación y autonomía de los y las estudiantes (Pérez Álvarez, María del Pilar, 2011).

En este marco, en el mundo de la ingeniería, la mayoría de los trabajos relacionados con el tema a tratar, se centran en el estudio de las competencias profesionales (Maura & Tirados, 2008) mirando a las necesidades que muestran las empresas (Sánchez et al., 2008).

En (M. M. Navarro et al., 2006) las habilidades y destrezas demandadas, en el caso de los y las ingenieras, se clasifican en tres grupos: técnicos (gestión, producción, diseño de organización y sistemas, control de calidad, programación, etc.), humanos (creatividad, organización y coordinación de tareas, toma de decisiones, trabajo en equipo, liderazgo, comunicación, etc.) y analíticos (elaboración de diagnósticos, análisis de información y problemas, previsión de escenarios futuros, diseño de estrategias empresariales, etc.).

Este artículo se centra en el grupo de competencias de tipo humano, menos trabajadas hasta ahora en el mundo universitario y altamente demandas por las empresas tal y como se desprende de la publicación realizada por Universia España en junio de 2017, donde, según la revista Forbes, las tres primeras habilidades profesionales más demandas son en primer lugar el trabajo en equipo, seguida de la toma de decisiones, con el objetivo de minimizar y solucionar conflictos, y en tercer lugar de la comunicación eficaz.

## Metodología

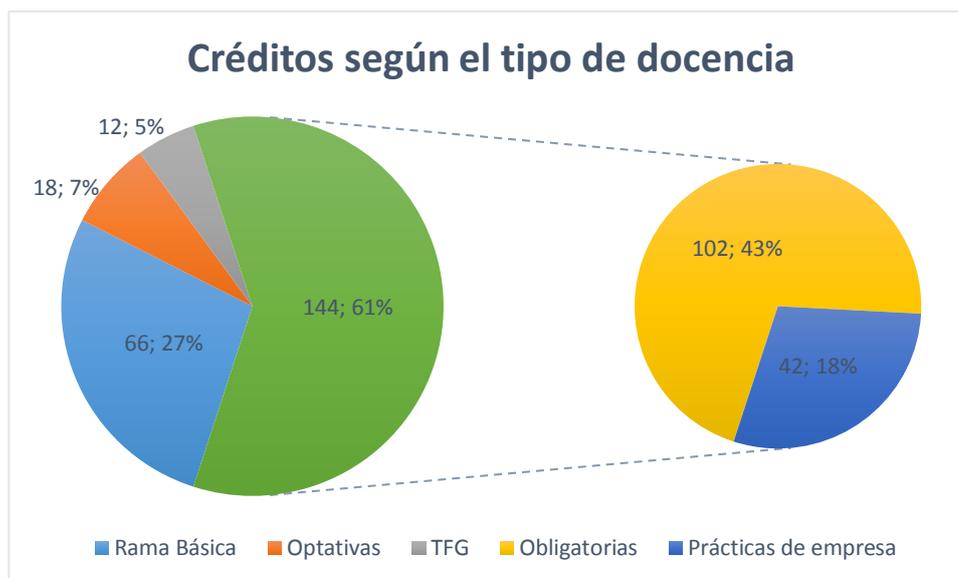
En esta experiencia se cuenta con un grupo con 19 alumnos con nota media, tras la prueba de acceso a la Universidad, superior al 9,3 (en una escala de 14) en el primer ingreso al grado en Ingeniería en Automoción en la Escuela Universitaria de Ingeniería de Vitoria-Gasteiz.

Esta ingeniería tiene la particularidad de ser dual, lo que supone que gran parte de la docencia del tercer y cuarto curso se realizará en empresas (42 créditos, 18 % - Figura 1-; pudiendo llegar a ser 56 créditos, 23 %, en el caso de que el Trabajo Fin de Grado (TFG) también se desarrolló en la empresa). Esta situación exige que el alumnado deba estar preparado para la realización de gran parte de los estudios reglados en la empresa.

Con ese objetivo, se crea en primer curso, dentro del grupo de las asignaturas pertenecientes a la Rama básica, la asignatura de *Habilidades Sociales y de Comunicación y Herramientas de Investigación en Ingeniería*. En ella se establecen las bases de las competencias demandadas por las empresas que tal y como se indica en (Felder, 2012) además de un alto nivel analítico, la comprensión de la ingeniería y la práctica empresarial, requieren habilidades de pensamiento crítico, comunicación y trabajo en equipo. Estas últimas constituyen el objetivo de esta asignatura, de manera que a medida que se avanza en su enseñanza, se vayan aplicando en la misma, y de manera simultánea en otras asignaturas del mismo curso; y, en consecuencia, a posteriori en asignaturas de otros cursos. De esta forma, al iniciarse el

período de prácticas el alumnado habrá trabajado y dispondrá de destrezas en estos aspectos.

Figura 1 Distribución de créditos según el tipo de docencia



Para alcanzar las competencias de la asignatura:

- ‘Capacidad de trabajar en grupo, de forma autónoma y eficiente, aplicando habilidades y estrategias básicas de comunicación’.
- ‘Capacidad de desarrollo de habilidades personales, instrumentales y sistémicas necesarias en automoción’.

se ha diseñado una metodología activa basada en el trabajo en equipo y cooperativo, promoviendo así el aprendizaje cooperativo: el alumnado se organiza en equipos constituidos por menos miembros y con distintas actitudes con el objetivo de alcanzar un fin común, tras cooperar de manera activa y directa, constituyendo además de un beneficio personal una ganancia colectiva (Sharan, 2014).

Esta asignatura tiene como eje fundamental la Inteligencia Emocional (IE). De esta manera, los y las estudiantes comienzan a trabajar el autoconocimiento y la automotivación, punto de partida fundamental para la interrelación personal. Posteriormente, se hace especial hincapié en el entrenamiento de la empatía, asertividad y la escucha activa. Para partiendo de estas competencias básicas sociales, ejercitar el trabajo en equipo y la comunicación, tanto oral (verbal y no verbal) como escrita; así como, aspectos más concretos de resolución de problemas (conflictos), el género y la ética en la ingeniería.

Finalmente, y siendo uno de los contenidos de la asignatura la realización de estados de la Técnica o del Arte, se generan equipos para preparar estados de la técnica sobre temas relacionados con componentes de la automoción. Es en estos equipos donde se ha podido constatar la trayectoria del aprendizaje (autoconocimiento, automotivación, empatía, asertividad, escucha activa, trabajo en equipo, resolución de problemas, ética en la ingeniería, comunicación oral, no verbal y escrita y tratamiento de género) recorrido por el alumnado y el grado de adquisición de los resultados.

Precisamente la valoración del grado de adquisición de los resultados de aprendizaje se ha realizado de manera sencilla, contemplando aspectos tanto individuales como de equipo, analizando, en cada caso, si el indicador contemplado se debía mejorar (1), si se había llevado a cabo de manera aceptable (2), o si se había realizado excelentemente (3).

En la tabla 1, a modo de ejemplo, se presenta la rúbrica contemplada para analizar el grado de cumplimiento alcanzado en cada uno de los ítems considerados para evaluar la comunicación verbal realizada. Señalar que estos indicadores han sido enunciados de manera que una puntuación baja indique que es necesario trabajar para mejorar ese aspecto; así por ejemplo, en lugar de poner «uso de notas» se ha puesto «discurso sin notas», evitando que el término «uso de notas» se considere como algo positivo ya que un buen orador no debería utilizarlas (un 3 significaría que en su discurso no ha usado notas -> «discurso sin notas»).

De igual manera, también se han realizado rúbricas similares (ver anexo) a la mostrada en la tabla 1 para valorar la comunicación no verbal y la comunicación escrita. En el caso de la comunicación no verbal, el análisis se ha realizado a nivel individual, pero tanto en la comunicación escrita como en la verbal se han contemplado aspectos individuales y colectivos, este último referente al trabajo en equipo.

Cabe marcar que en el ámbito de la comunicación no verbal, previamente se han estudiado aspectos relativos a la quinésica (estudia los movimientos y las posturas corporales que comunican o matizan el significado de la exposición verbal (Poyatos, 1994)), la paralingüística (estudia las emisiones propiamente lingüísticas (Poyatos, 1994)) y la prosémica (abarca la concepción, la estructuración y el uso que los seres humanos hacen del espacio (Hall, 1963)) con el fin de conseguir una comunicación más eficaz (Cestero Mancera, 2014) y se ha exigido su puesta en práctica durante la exposición del trabajo, por lo que se han contemplado en la rúbrica de valoración.

Tabla 1. Rúbrica para valorar la comunicación verbal / oral

Comunicación verbal / oral		1	2	3	
Individual	Confianza				
	Control de nervios				
	Trasmisión de emociones				
	Discurso sin notas				
	Lenguaje	Palabras adecuadas			
		Gramatica correcta			
Frases claras					
Sin cojines fonéticos					
Sin muletillas					
Equipo	Transmisión del mensaje	Objetivos generales claros			
		Objetivos específicos claros			
		Adecuado			
		Interesante			
		Entendido			
		Se ha logrado captar la atención del receptor			
	Cantidad y tipo de datos	Variedad en el tipo de datos			
		Cantidad adecuada			
	Organización	Orden adecuado			
		Estructuración: punto principal y subpuntos			
		Conclusiones			
		Coordinación entre los miembros			
		Se ha preparado el discurso			
		Se ha ajustado al tiempo			
Tiempo equitativo por miembros					
Se han utilizado soportes adicionales					
<i>1 = A mejorar; 2 = Aceptable; 3 = Excelente</i>					

## Resultados

Los resultados que aquí se presentan responden específicamente a las competencias de trabajo en equipo y comunicación (verbal, no verbal y escrita), aunque se entiende que llevan implícitas las habilidades sociales trabajadas previamente e indicadas en la metodología.

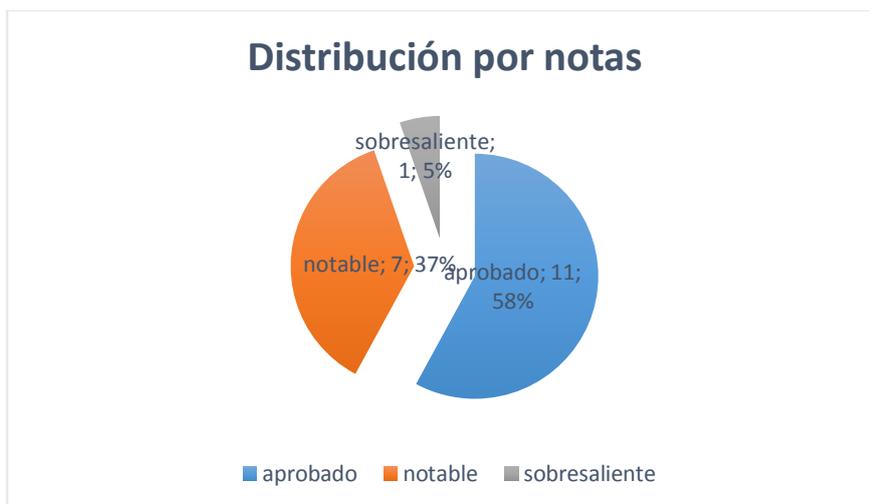
Para establecer la calificación de cada estudiante se establecen como herramientas de evaluación con sus correspondientes ponderaciones las mostradas en la tabla 2. Cada una de ellas está evaluada a partir de las rúbricas comentadas (tabla 1, 3 y 4). Tras esa valoración todo el alumnado alcanza resultados positivos; si bien, dada la alta calidad de los estudiantes, a priori, eran de esperar unos valores algo más altos, que en parte se han dado por una insuficiente coordinación entre asignaturas este primer año.

**Tabla 2. Herramientas del sistema de evaluación**

Herramienta		Porcentaje
Comunicación	Verbal	30 %
	No verbal	15 %
	Escrita	30 %
Trabajo en equipo		25 %

En la figura 2 se puede apreciar cómo la mayoría del alumnado (casi el 58 %) tiene notas entre 5 y 6,99, alcanzando la máxima calificación de sobresaliente el 5,3 %, y casi el 37 % adquiere valores entre 7 y 8,99 puntos. Resultados aceptables, que pueden mejorarse si, entre otras cosas, se consigue una distribución de carga para los estudiantes más equitativa en las últimas semanas a través de la coordinación de curso. Aunque se entiende que una programación más adecuada y unas herramientas de evaluación más ajustadas en la asignatura podrían contribuir en esa mejora.

**Figura 2 Resultados logrados**



De los tres aspectos analizados en el entorno de la comunicación, la escrita es la que peores resultados (55 %) ofrece, pero también es la que menos se ha trabajado en esta asignatura (sobre un 10 %), ya que se ha supuesto que esta competencia se traía adquirida del bachillerato.

Por su parte, tanto la comunicación verbal y no verbal como el trabajo en equipo adquieren resultados parecidos ( $\approx 65\%$ ), pero el tiempo de dedicación también ha sido considerablemente superior (mayor al 45 % de la asignatura). En cualquier caso, para posteriores años habrá que contemplar mejoras que permitan aumentar en general todos estos valores.

### **Conclusiones**

El uso de metodologías activas, no sólo ha enriquecido y ayudado en la consecución de las competencias de la asignatura por parte del alumnado, sino que además ha exigido al profesorado estar al tanto de la evolución de los estudiantes, propiciando un feedback constante y al día, lo cual es uno de los ingredientes estrella de la evaluación continua, permitiendo al alumnado su mejora constante.

Además, se ha conseguido que parte de la formación dada se haya podido aplicar en otras asignaturas que se estaban cursando a la vez, lo que da pie a decir que sin duda serán útiles para la próxima adquisición de prácticas dentro de la formación dual, contemplada en los cursos de tercero y cuarto.

Un reto importante que se le presenta a esta asignatura es conseguir que el alumnado se encuentre motivado a lo largo del tiempo, ya que al tratarse de una asignatura totalmente transversal a los objetivos del alumnado les resulta muy fácil desvincularse; sin embargo, se puede decir que este primer año se ha conseguido y además al finalizar el cuatrimestre los estudiantes han indicado que la asignatura les ha ofrecido mayores expectativas que las que esperaban al inicio del curso, lo cual resulta gratificante para el equipo docente. Hay que tener en cuenta que el alumnado es de primer curso, y por tanto, por un lado, carecen de conocimientos técnicos específicos que serían muy adecuados para trabajar ciertas competencias de esta asignatura como la relativa a la investigación; y, por otro lado, en su primer contacto con el entorno universitario, todavía desconocido, les puede resultar complicado realizar tareas que requieran exposiciones orales.

En cuanto a la comunicación, en la planificación de próximos años habrá que contemplar mayor dedicación para la comunicación escrita, de manera que los resultados puedan ser mejores en posteriores ediciones. Esto puede suponer un decremento en el tiempo dedicado a la comunicación verbal y no verbal y al trabajo en equipo que habrá que ver cómo compensar, ya que este año han sido valorados por el alumnado de manera muy positiva.

Faltará realizar un seguimiento a este grupo de estudiantes para comprobar cómo llegan a aplicar estas competencias en posteriores asignaturas y en las prácticas a realizar en los próximos años para terminar de valorar el grado de satisfacción de los resultados alcanzados; así como, comprobar la evolución de esta asignatura en los siguientes cursos. Una de las líneas de estudio que se pretenden emprender desde el equipo docente de la asignatura y en colaboración con otros docentes, es la elaboración de una comparativa con alumnos en otras titulaciones en las que no se imparte esta asignatura.

## Referencias

- Ambrose, S. A., Bridges, M. W., Di Pietro, M., Lovett, M. C., & Norman, M. K. (2010). *How learning works: Seven research-based principles for smart teaching* John Wiley & Sons.
- Cestero Mancera, A. M. (2014). Comunicación no verbal y comunicación eficaz.
- Europeo, E. S. (1998). Declaración de la Sorbona. *Recuperado Del, 15*
- Felder, R. M. (2012). Engineering education: A tale of two paradigms. *Shaking the Foundations of Geo-Engineering Education, 9-14.*
- Felder, R. M., Brent, R., & Prince, M. J. (2011). Engineering instructional development: Programs, best practices, and recommendations. *Journal of Engineering Education, 100(1), 89-122.*
- Hall, E. T. (1963). A system for the notation of proxemic behavior. *American Anthropologist, 65(5), 1003-1026.*
- March, A. F. (2006). Metodologías activas para la formación de competencias. *Educatio Siglo XXI, 24, 35-56.*
- Maura, V. G., & Tirados, R. (2008). Competencias genéricas y formación profesional: Un análisis desde la docencia universitaria. *Revista Iberoamericana De Educación, 47, 185-209.*
- Mills, J. E., & Treagust, D. F. (2003). Engineering education: Is problem-based or project-based learning the answer. *Australasian Journal of Engineering Education, 3(2), 2-16.*
- Navarro, L. P. (2007). *El aprendizaje cooperativo PPC.*
- Navarro, M. M., Iglesias, M. P., & Torres, P. R. (2006). Las competencias profesionales demandadas por las empresas: El caso de los ingenieros. *Revista De Educación, 341, 643-661.*
- Pérez Álvarez, María del Pilar. (2011). *Innovacion Metodológica Y Espacio Europeo De Educacion Superior. Experiencias Docentes en el ámbito del Derecho*

- Poyatos, F. (1994). La comunicación no verbal. I. cultura, lenguaje y comunicación. II. paralenguaje, kinésica e interacción.
- Rodríguez, J. L. (2017). La promoción del emprendimiento social mediante metodologías innovadoras: Hacia un nuevo paradigma educativo. *Lan Harremanak: Revista De Relaciones Laborales*, (37), 67-82.
- Sánchez, F., Sancho, M., Botella, P., García, J., Aluja, T., Navarro, J., et al. (2008). Competencias profesionales del grado en ingeniería informática. *Actas De Las XIV Jornadas De Enseñanza Universitaria De Informática, Jenui*, 123-130.
- Sharan, Y. (2014). Learning to cooperate for cooperative learning. *Anales De Psicología / Annals of Psychology*, 30(3), 802-807.
- Sheppard, S. D., Macatangay, K., Colby, A., & Sullivan, W. M. (2008). *Educating engineers: Designing for the future of the field*. Jossey-Bass.

**Anexo: Rúbricas**

**Tabla 3. Rúbrica para valorar la comunicación escrita**

Comunicación escrita		1	2	3	
Individual	Portada				
	Formato	Letra y tamaño			
		Uso de estilos			
		Justificación texto			
		Párrafos			
		Numeración de páginas			
		Pie / encabezado			
		Imágenes / tablas			
	Índices	Contenido			
		Tablas			
		Figuras			
		Bibliográfico			
	Ortografía				
	Expresión escrita y gramatical				
	Edición del documento				
Equipo	Actas de reunión				
	Correos de información				
	Objetivo general				
	Objetivo específico				
	Puntos contemplados				
	Estructuración de subpuntos				
	Estado del arte				
	Citas				
<i>1 = A mejorar; 2 = Aceptable; 3 = Excelente</i>					

Tabla 4. Rúbrica para valorar la comunicación no verbal

Comunicación no verbal		1	2	3	
Individual	Natural				
	Forzado				
	Coherente				
	Postura adecuada				
	Movimientos (quinésica)	Cuerpo (en bloque)			
		Brazos / manos			
		Piernas			
		Cabeza			
	Gestos (quinésica)	Expresión de la cara			
		Manos			
	Mirada (quinésica)	Dirección			
		Frecuencia			
	Voz (paralingüística)	Volumen / Tono			
		Velocidad / Ritmo			
		Entonación			
		Silencios / Paradas			
Claridad					
Discurso					
Proxémica (distancia entre orador y público)					
<i>1 = A mejorar; 2 = Aceptable; 3 = Excelente</i>					



**Aprendizaje Orientado a Proyectos Integradores y  
Perfeccionamiento del Trabajo en Equipo  
Caso - Máster Erasmus Mundus en Ingeniería Mecatrónica**

**Juan Zuluaga-Gómez<sup>a</sup>, Miguel J. Prieto<sup>b</sup>, Fernando Nuño<sup>b</sup>, Alberto M. Pernía<sup>b</sup>,  
Ignacio Álvarez<sup>c</sup>, José Á. Sirgo<sup>c</sup>**

<sup>a</sup>Universidad de Oviedo, Ing. Estudiante de Master EU4M, <sup>b</sup>Universidad de Oviedo, Tecnología Electrónica (DIEECS), <sup>c</sup>Universidad de Oviedo, Ingeniería de Sistemas y Automática (DIEECS)

---

***Abstract***

*This study focuses on the student's perception of Project-based learning, where this contributes to the grades of several subjects of the Erasmus Mundus Master in Mechatronic Engineering of the University of Oviedo. Likewise it was important to be able to analyze the improvement of teamwork skills about the groups proposed to solve various problems. The challenge proposed deals with several topics: developing a Proportional-Integral (PI) controller for DC Motor Control using identification process; using Matlab to finally determine the desired controller; programming it in a PC-based model of the DC Motor; and implementing the actual control in a PCB including a PIC microcontroller. In addition, groups of students with different academic background (mechanical, electronic and mechatronics engineering) and different nationalities (Spaniards, Colombians, Hondurans, etc.) were created. Participation and integration of students in project-based learning was proven to substantially improve team work, as well as extra-curricular knowledge that is not covered in the programmatic content of each subject.*

***Keywords:*** *Project-based Learning, Collaboration, PI Controller, PIC Microcontroller.*

---

### **Resumen**

*El presente estudio se enfoca en la percepción de los estudiantes del Aprendizaje Basado en Proyectos, donde el trabajo realizado contribuye a la calificación de varias asignaturas del Master Erasmus Mundus en Ingeniería Mecatrónica de la Universidad de Oviedo. Así mismo fue importante poder analizar las mejoras en el trabajo en equipo de los grupos planteados para solucionar diversos problemas. El reto propuesto cubre varios aspectos: desarrollar un controlador Proporcional-Integral (PI) para el control de un motor CC usando el proceso de Identificación; usar Matlab para finalmente determinar los reguladores deseados; programarlo en un modelo basado en PC del motor CC; e implementar el control en una PCB que incluye un microcontrolador PIC. Adicionalmente, se formaron grupos de estudiantes con diferentes perfiles académicos (ingeniería mecánica, electrónica y mecatrónica) y con diferentes nacionalidades (españoles, colombianos, hondureños, etc.) Se demostró que la participación e integración de estudiantes en aprendizaje basado en proyectos mejora de manera sustancial el trabajo en equipo, así como los conocimientos extra-curriculares que no están contemplados en el contenido programático de cada asignatura.*

**Palabras clave:** *Aprendizaje orientado a Proyectos, Colaboración, Controlador PI, Microcontrolador PIC.*

### **Introducción**

La popularidad en la implementación del aprendizaje orientado a proyectos ha venido en aumento en los últimos años gracias a la mejora exponencial de las habilidades como profesionales de los estudiantes; se puede llegar a decir que esto es lo más parecido a lo que verán en la industria, educación e investigación después de concluir su programa académico. Los profesionales de hoy en día deben cooperar junto con otros de diferentes profesiones y, a su vez, enfrentarse a problemas altamente sofisticados que necesitan de la ayuda de todos para la consecución del fin deseado (Chu, S. K. W, 2017). En la mayoría de los casos el éxito del proyecto depende de características tales como trabajo en equipo, colaboración, etc., (Dettmer, Knackendoffel, & Thurston, 2012). Por ello, los estudiantes de hoy en día deben estar equipados con características de colaboración y de trabajo en equipo adquiridas en las universidades; el aprendizaje orientado a proyectos es una buena herramienta para conseguir ese fin (Khine & Saleh, 2010; Slater & Ravid, 2010).

El presente estudio fue desarrollado en la Universidad de Oviedo, dentro del programa Erasmus Mundus Joint Master Degree in Mechatronics Engineering, EU4M, y del Máster en Ingeniería Mecatrónica, MIM, en el marco del proyecto del primer cuatrimestre del master. Este proyecto contribuía a la calificación final de cuatro asignaturas: “Cálculo, Diseño y Simulación de Sistemas de Control”, “Computadores y Programación”, “Instrumentación Electrónica” y “Dispositivos Electrónicos Programables”, cada una con un peso de 6 créditos ECTS en el máster.

Finalmente, se desarrolló el proyecto final en grupos conformados por 3 estudiantes (6 grupos en total). Los grupos se formaron de modo que se favoreciera la multidisciplinariedad (en todos había al menos un Ingeniero Mecánico y un Ingeniero Electrónico o Mecatrónico) y la multiculturalidad (en todos había al menos un alumno del EU4M y al menos un alumno del MIM). A lo largo del cuatrimestre, los grupos irían adquiriendo los conocimientos y habilidades necesarios para desarrollar el proyecto en su totalidad. Además, los diferentes puntos de vista de cada participante del equipo ayudaron a tener proyectos más sólidos y a asimilar de mejor manera los conocimientos que se iban adquiriendo mediante la resolución de los problemas asociados al proyecto.

### **Trabajos Relacionados**

Cuando se habla de aprendizaje orientado a proyectos, es preciso remontarse a las descripciones iniciales de educación experimental, tales como los métodos de enseñanza de Sócrates, el cual usó prácticas basadas en la investigación (Chesters, 2012). Cabe remarcar, que la teoría de Montessori sobre el aprendizaje mediante la observación y práctica, y el descubrimiento de Bruner sobre el aprendizaje, también tuvieron un punto clave en el desarrollo de “aprendizaje experimental” (Vu, 2013).

Recientemente, los resultados de investigación presentados en 2008 por Dunlap han ayudado a popularizar el trabajo de Dewey, Lewin y Piaget (Dunlap et al., 2008) a través del modelo cíclico de aprendizaje, afirmando que este proceso es multidimensional. Durante el primer estado el estudiante tiene una experimentación activa; en el siguiente estado, el estudiante toma esta experiencia la guarda, y la relaciona con experiencias pasadas: seguidamente, el estudiante trata de conceptualizar la teoría a partir de dichas experiencias pasadas; en el último estado, denominado de Conceptualización Abstracta, el estudiante trata de planear un modelo general para la experiencia siguiente (Efstratia, 2014).

Estos trabajos hablan del aprendizaje en general, pero sus conclusiones son fácilmente asimilables para entornos académicos como el de la Ingeniería Mecatrónica. De hecho, a reflexión del autor, tiene un valor agregado cuando se habla de estudios universitarios con asignaturas prácticas, como es el caso del Máster indicado.

Por ultimo, uno de los autores del presente artículo está en condiciones de afirmar que todos los estados descritos por Dunlap en 2008 han sido experimentados por él durante el desarrollo del proyecto que aquí se describe.

## **Metodología**

La metodología planteada para el aprendizaje orientado a proyectos en el presente caso particular tiene como finalidad controlar el motor CC de un equipo llamado “Entrenador, Unidad Mecánica 33-100 de la marca FEEDBACK” y al que en adelante nos referiremos como UMF. Como ocurre cuando se inicia cualquier proyecto, lo primero es definir unas premisas previas y/o requisitos a cumplir. En este caso se definen objetivos relacionados con cada una de las asignaturas involucradas en el trabajo, a saber:

1. Diseñar el control de velocidad y posición del eje de salida del motor de la UMF.  
Asignatura – *Cálculo, Diseño y Simulación de Sistemas de Control*
  - a. Obtener modelo matemático del motor con el proceso de identificación.
  - b. Simular en cadena abierta en el software Matlab el modelo obtenido de la fase previa.
  - c. Diseñar los reguladores requeridos para velocidad y posición.
2. Programación del control de posición y velocidad sobre simulador  
Asignatura – *Computadores y Programación*
  - a. Realizar el control de posición y velocidad del motor sobre un simulador.
  - b. Elección de los parámetros a controlar del Motor.
  - c. Posibilidad de seleccionar modo de control (posición/velocidad) en tiempo real.
  - d. Presentación de datos mediante LCD o CMD de Windows.
3. Desarrollo de placa de circuito impreso (PCB, *Printed Circuit Board*)  
Asignatura – *Instrumentación Electrónica*
  - a. Desarrollar etapa de preamplificación para señales de la UMF.
  - b. Diseñar PCB en el software Proteus.
  - c. Desarrollar PCB siguiendo reglas de diseño adecuadas.
4. Programación del control de posición y velocidad en microcontrolador PIC  
Asignatura – *Dispositivos Electrónicos Programables*
  - a. Ajuste de tipo de variables.
  - b. Adaptación del programa desarrollado en el simulador para ser introducido en un microcontrolador.
  - c. Programación de temporizadores, interrupciones, conversiones A/D, etc.
  - d. Cálculo de tiempo de ejecución.

El siguiente paso es asignar el peso general del proyecto final en la calificación de cada una de las asignaturas involucradas. Este paso es importante, más que por el valor del peso asignado en sí, por la necesidad de fijar con toda claridad las condiciones del trabajo a realizar, tanto en lo que se refiere a la dedicación como a la calificación final. En el caso que nos ocupa, la influencia del trabajo en las asignaturas se recoge en la siguiente tabla:

**Tabla 1. Pesos Globales del Proyecto en la Calificación de las Asignaturas Respectivas**

<b>Asignatura</b>	<b>Peso Global</b>	<b>Observaciones</b>
<b>Cálculo, Diseño y Simulación de Sistemas de Control (CTRL)</b>	40%	Los controladores serán los encargados de realizar el control de posición y velocidad del motor, por lo cual solo afectan a la “parte final” del proyecto.
<b>Computadores y Programación (CyP)</b>	40%	Se simula el comportamiento del controlador diseñado. Es meramente simulación, pero constituye el primer acercamiento del estudiante hacia el proyecto final.
<b>Instrumentación Electrónica (INSTR)</b>	30%	Desarrollo de la PCB. Influye de forma directa en DEP, ya que una PCB optimizada disminuye la posibilidad de errores por mal funcionamiento o por ruido externo.
<b>Dispositivos Electrónicos Programables (DEP)</b>	30%	Influye directamente sobre INSTR y CTRL, ya que un correcto funcionamiento del prototipo validaría el trabajo hecho en estas asignaturas. La correcta programación del PIC adquiere de este modo una gran importancia en el resultado final del proyecto.

Fuente: Propia

De esta manera (Tabla 1) se compone el “proyecto final” basado en el aprendizaje orientado a proyectos.

Una vez conocidos los objetivos a cumplir en cada asignatura, los grupos llevan a cabo una distribución de tareas entre sus miembros. Esta distribución solo puede ser orientativa en un primer momento, ya que los conocimientos que se necesitan para desempeñar estas tareas se irán adquiriendo a lo largo del semestre.

El hecho de que los grupos sean multidisciplinarios es de gran utilidad, ya que las carencias que pueda tener alguno de sus miembros son susceptibles de ser cubiertas por algún otro. En cualquier caso, es imprescindible que dentro de los grupos haya una comunicación constante que permita que todos entiendan lo que se está haciendo en conjunto, puesto que el proyecto finaliza con una presentación en la que todos los miembros del grupo deberán ser capaces de contestar a cualquier pregunta efectuada por los profesores de las asignaturas.

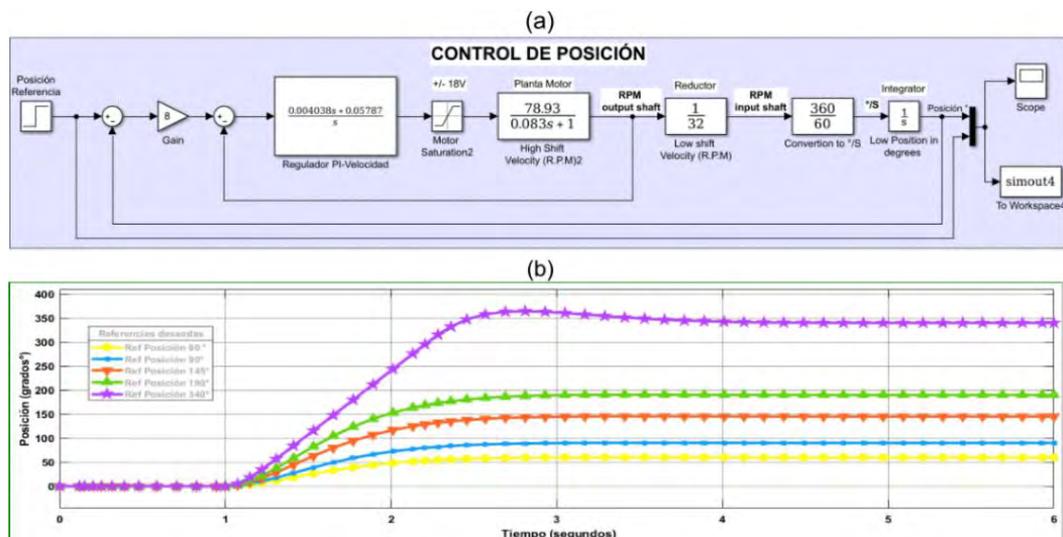
En la siguiente sección se enfatizará el alcance esperado de este tipo de metodología, los resultados obtenidos por uno de los grupos de trabajo y la percepción de los estudiantes sobre esta iniciativa. Por último, se finalizará el artículo con un capítulo de conclusiones.

## Resultados

En el desarrollo del proyecto se encontraron una serie de problemas inherentes al desarrollo de cualquier proyecto: la comunicación entre los miembros del grupo de trabajo (no por previsible, menos complicada), los problemas de llevar los conocimientos teóricos a un entorno práctico, el propio error inherente a los sistemas reales (holgura y desajuste de la UMF, por ejemplo), etc. Esto reforzó aún más la importancia de realizar una planificación de actividades adecuada desde el principio, aun teniendo en cuenta que la capacidad de avanzar en el proyecto estaba directamente relacionada con las clases que se iban impartiendo en cada una de las asignaturas.

El trabajo colaborativo en aprendizaje orientado a proyectos es una ventaja añadida. A pesar de las ya señaladas dificultades que siempre surgen en el trabajo en equipo, permite que los estudiantes sean conscientes de esta problemática y que experimenten fórmulas que permitan resolver las posibles desavenencias y encaminar al grupo hacia la consecución de un objetivo común, minimizando e incluso eliminando la influencia de la distinta formación académica y/o de la actitud de cada persona. La necesidad de avanzar juntos hacia la consecución de un objetivo común hace que afloren en los estudiantes actitudes que, sin lugar a dudas, constituyen un aprendizaje tan o más importante que los conocimientos técnicos adquiridos.

**Figura 1 Control de Posición. (a) Diagrama de Bloques en MATLAB Simulink®. (b) Comportamiento del regulador de posición con respecto a diferentes referencias.**

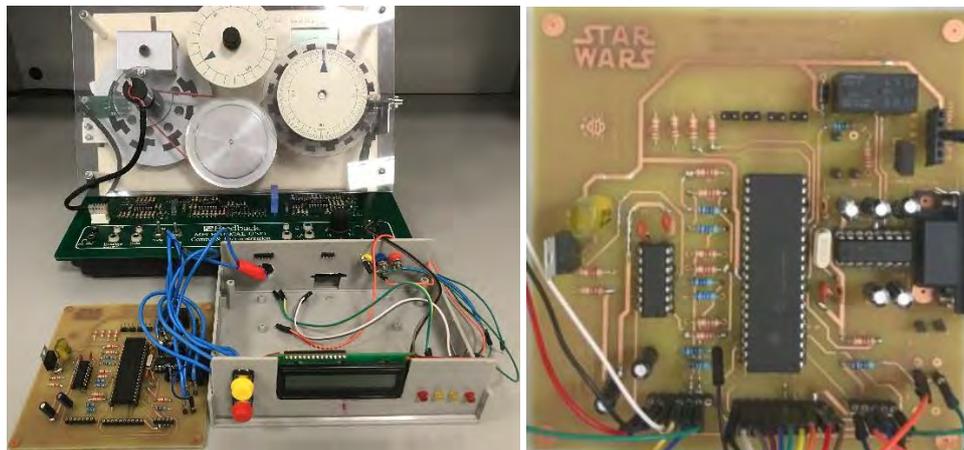


A modo de ejemplo de los resultados obtenidos con la metodología descrita, la Figura 1 muestra parte del trabajo desarrollado por uno de los grupos de trabajo. La Figura 1-a presenta el diagrama de bloques implementado en MATLAB Simulink®. En su versión final, este diagrama de bloques comprende un regulador de velocidad en cascada con el regulador de posición, por lo cual a partir de un solo regulador PI, basta con agregar un regulador proporcional en serie para obtener el control de la posición. Es importante remarcar que, si bien muchas de las ideas necesarias para llegar a este punto fueron adquiriéndose a lo largo de la asignatura *Cálculo, Diseño y Simulación de Sistemas de Control*, otras no se habrían llegado a conocer de no haber nacido la necesidad gracias al presente proyecto.

La Figura 1-b, muestra la respuesta del control de posición implementado ante varios escalones de la señal de referencia (en grados). Tanto en el test como en la simulación se pudo constatar el correcto funcionamiento de los reguladores diseñados, creando en los estudiantes un fuerte valor agregado con respecto al aprendizaje de estas asignaturas.

En la Figura 2 se presenta el prototipo desarrollado por uno de los grupos de trabajo y su conexión a la UMF a controlar. En este caso concreto, los componentes del grupo optaron por implementar mejoras que no estaban contempladas en los requerimientos iniciales propuestos por los profesores. Esta actitud, permite reforzar y demostrar a su vez, la idea, de que el aprendizaje basado en proyectos potencia el interés de los estudiantes por aprender cosas nuevas que en algunos casos no están en el temario de las asignaturas.

**Figura 2 Sistema embebido físico para control de posición y velocidad conectado a la UMF.**  
(a) Unidad Mecánica – UMF junto con la PCB y la caja portadora de este. (b) PCB final.



A pesar de las dificultades que siempre surgen cuando hay que construir un prototipo funcional (en comparación con otros trabajos teóricos o de simulación), la mayoría de los estudiantes manifestaron irrefutablemente que el aprendizaje orientado a proyectos es mucho

más eficaz, debido a la dualidad de aprender “teoría” e inmediatamente “aplicarla” a un proyecto que, como en el presente caso, puede llegar a ser muy similar a lo que se encuentra en el ambiente industrial, académico y/o investigador.

Por otro lado, algunos estudiantes manifestaron que, en el desarrollo del proyecto, aprendieron teoría que no estaba contemplada en el contenido programático de la asignatura, pero que, de una u otra forma, contribuyó a mejorar los resultados del proyecto. Basándonos en lo mencionado por los estudiantes, creemos fuertemente que las futuras generaciones de alumnos del Master en Ingeniería Mecatrónica deben participar en proyectos similares a estos, incluso, proyectos de más de un semestre, ¿Por qué, por ejemplo, no empezar parte del Trabajo Fin de Master desde el primer cuatrimestre?

Un resultado positivo de tipo transversal en este proyecto es la exigencia de redactar un informe final con formato de artículo del IEEE en el que se describa de manera sistemática todo lo desarrollado en el proyecto. La aproximación a este tipo de artículos permite que el estudiante mejore su redacción de publicaciones científicas y que empiece a ser consciente de llevar a cabo labores de difusión de los resultados obtenidos en proyectos de investigación, tales como algunos de los citados en el presente artículo (Zuluaga-Gomez, Juan. 2018).

Como no puede ser de otro modo, el alumnado también ha detectado algunos aspectos susceptibles de ser mejorados para conseguir que la experiencia obtenida con este tipo de proyectos sea aún más positiva. Dejando a un lado el funcionamiento de algunos de los equipos/componentes suministrados, hay al menos dos aspectos que podrían contribuir a la mejora de las sensaciones finales.

Por un lado, y aun siendo evidente que los profesores de las cuatro asignaturas implicadas han hecho un esfuerzo muy importante para coordinarse en pos de un objetivo común, quedan siempre algunos flecos que no encajan perfectamente. En algunas ocasiones, sobre todo al principio del semestre, hay algunas asignaturas que necesitan hacer uso de conocimientos que, en esos momentos, aún no han sido impartidos en alguna de las otras tres; si bien esto no pasa muy a menudo y, en cualquier caso, se soluciona en el plazo máximo de una semana, sería deseable evitarlo.

Otro problema más serio está relacionado con el hecho de que es necesario esperar hasta bien avanzados el semestre antes de poder empezar a llevar a cabo la implementación del prototipo final; en este caso sí sería deseable definir una serie de hitos intermedios que permitieran ir desarrollando el trabajo poco a poco y evitar así los apurones que se producen al final del semestre, cuando el alumno ya está inmerso en plena época de exámenes y proyectos finales.

## Conclusiones

Como principal conclusión, se refuerza mediante una experiencia vivida en primera persona por los autores la idea de que el aprendizaje orientado a proyectos es mucho más eficaz que el aprendizaje convencional, ya que los estudiantes experimentan nuevas facetas en su programa académico: desde la interacción entre las asignaturas hasta la posibilidad de integrar conocimientos de diferentes áreas en un mismo objetivo y así obtener resultados más importantes.

El trabajar con este tipo de aprendizaje, permitió que los estudiantes obtuvieran conocimientos que, trabajando convencionalmente, no hubieran obtenido.

Los estudiantes manifestaron que el trabajar en torno a un solo proyecto grande es mucho mejor y más motivante que trabajar en varios proyectos pequeños.

Este tipo de proyectos implica la dificultad añadida de una labor de coordinación entre todos los profesores de las asignaturas afectadas, pero este trabajo adicional se traduce en resultados muy positivos en términos de aprendizaje por parte de los alumnos y en satisfacción por parte de los mismos. Es por ello por lo que se considera muy importante tratar de mejorar los aspectos que puedan flojear en la versión actual.

Como sugerencia para el futuro, se propone empezar proyectos integradores de más de un cuatrimestre, ya que esto permitiría obtener resultados más profundos, y con mayor aplicación. También, se planea realizar encuestas finales para los integrantes del grupo, de forma que se puedan obtener datos cuantitativos, con referencia a la experiencia de participar en este tipo de proyectos. Finalmente, se planea realizar otro estudio similar al presente, pero focalizado en contrastar la mejoría año a año, de este tipo de proyectos.

## Referencias

- Chesters D. (2012). *The Socratic classroom : reflective thinking through collaborative inquiry*. Rotterdam, the Netherlands: Sense Publishers.
- Chu S. K. W., Zhang Y., Chen K., Chan C. K., Lee C. W. Y., Zou E., Lau W. (2017). *The effectiveness of wikis for project-based learning in different disciplines in higher education*. The internet and higher education, 33, 49-60.
- Dettmer P., Knackendoffel A., Thurston L. P. (2012). *Collaboration, consultation, and teamwork for students with special needs*. Pearson Higher Ed.
- Dunlap J., Dobrovolny J., Young D. (2008). *Preparing e-learning designers using Kolb's model of Experiential Learning*. Journal of Online Education, 5, 2,1-9.
- Efstratia D. (2014). *Experiential education through project based learning*. Procedia-social and behavioral sciences, 152, 1256-1260.

*Aprendizaje Orientado a Proyectos Integradores y Perfeccionamiento del Trabajo en Equipo*

- Khine M. S., Saleh I.M. (2010). *New science of learning: Cognition, computers and collaboration in education*. Springer Science & Business Media.
- Slater J. J., Ravid R. (2010). *Collaboration in education*. Routledge.
- Yamashita K., Yasueda H. (2017). *Project-based learning in out-of-class activities: flipped learning based on communities created in real and virtual spaces*. *Procedia Computer Science*, 112, 1044-1053.
- Vu T. (2013). *A Study Of Secondary School Students' And Teachers Perceptions Of And Satisfaction With Service Learning Activities At Ruamrudee International School In Thailand*. Assumption University of Thailand, 5,1, 47-60.
- Zuluaga-Gomez Juan. (2018). *Desarrollo de Reguladores PI para el Control de Velocidad y Posición de un Motor DC*. University of Oviedo. DOI: 10.13140/RG.2.2.34484.55689.
- Zuluaga-Gomez Juan. (2018). *Development of PI and P Controllers for Speed and Position of a DC Motor - Implementation in a PIC 16F1939*. University of Oviedo. DOI: 10.13140/RG.2.2.29451.39201
- Zuluaga-Gomez Juan. (2018). *Simulación y Desarrollo de un Controlador PI con filtro Anti-Windup y Selección de un accionamiento para un Mecanismo de 1 Grado de Libertad*. Universidad de Oviedo. DOI: 10.13140/RG.2.2.26095.94885.



## Tendencias en la innovación docente en enseñanzas técnicas: análisis y propuesta de mejoras para la asignatura Mecánica de Fluidos

Andrés Meana-Fernández<sup>a</sup>, Jesús Manuel Fernández Oro<sup>b</sup>, Alberto Menéndez-Blanco<sup>c</sup>,  
Mónica Galdo-Vega<sup>d</sup>, Raúl Barrio Perotti<sup>e</sup> y Eduardo Blanco Marigorta<sup>f</sup>

Área de Mecánica de Fluidos, Departamento de Energía, Universidad de Oviedo.

(<sup>a</sup>andresmf@uniovi.es, <sup>b</sup>jesusfo@uniovi.es, <sup>c</sup>menendezbalberto@uniovi.es, <sup>d</sup>galdomonica@uniovi.es,  
<sup>e</sup>barrioraul@uniovi.es, <sup>f</sup>blanco@uniovi.es)

---

### **Abstract**

*In this work, it is intended to present a view on possible methods applicable to teaching innovation in technical degrees. After a brief summary of the desirable characteristics for developing the programming of the teaching methodology, the main current teaching innovation tendencies have been identified. The analysis of the innovation projects of the University of Oviedo in the last five years has revealed an increase not only in the interest of professors in the improvement of teaching quality, but also in the quantity and quality of the innovation projects and their adjustment to the global innovation tendencies. Finally, the presented analysis of the Fluid Mechanics subject reveals a series of possible lines of action to improve its teaching quality, which may be easily extrapolated to similar subjects of other Departments and/or Universities.*

**Keywords:** *teaching innovation tendencies; improvement of teaching quality; analysis of tendencies; proposal of teaching innovations.*

---

### **Resumen**

*En este trabajo, se ha pretendido dar una visión de posibles métodos aplicables para la innovación docente en enseñanzas técnicas. Tras un breve resumen de las características deseables a la hora de realizar la programación de la metodología didáctica, se han identificado las principales tendencias de innovación docente en la actualidad. El análisis de los proyectos de innovación docente en las enseñanzas técnicas de la Universidad de Oviedo de los últimos cinco años ha revelado el aumento no sólo del interés de los docentes en la mejora de la calidad docente, sino también de la cantidad y calidad de los*

*proyectos realizados y su ajuste a las tendencias de innovación globales. Finalmente, el análisis presentado de la asignatura Mecánica de Fluidos revela una serie de posibles líneas de actuación para mejorar la calidad de la docencia de dicha asignatura, las cuales se pueden extrapolar fácilmente a asignaturas similares de otros Departamentos y/o Universidades.*

**Palabras clave:** *tendencias en innovación docente; mejora de la calidad docente; análisis de tendencias; propuesta de innovación docente.*

## **Introducción**

El profesorado universitario, dentro de su función docente, es responsable de decidir los conocimientos a transmitir y los métodos a utilizar para transmitirlos y evaluar su adquisición por parte del alumnado, todo ello supeditado a la autonomía que las distintas legislaciones y normas le permiten. Los Reales Decretos 1393/2007 de 29 de octubre, por el que se establece la ordenación de las enseñanzas universitarias oficiales; 99/2011, de 28 de enero, por el que se regulan las enseñanzas oficiales de doctorado; y 1027/2011, de 15 de julio, por el que se establece el Marco Español de Cualificaciones para la Educación Superior, son los principales documentos que el Gobierno del Estado pone a disposición de las Comunidades Autónomas para que redacten sus respectivos decretos, órdenes y resoluciones. Posteriormente, cada Universidad redacta su propia normativa, dejando un margen de libertad para los docentes de cada Departamento para redactar los Planes Docentes de cada asignatura. Finalmente, cada docente es responsable de impartir las unidades didácticas que le correspondan en cada asignatura, con una cierta libertad para elegir los métodos que considere más adecuados.

Con la creación del Espacio Europeo de Educación Superior, el alumno pasa a ser el centro del sistema educativo como principal actor del mismo. Este modelo, en vigor desde hace años, conllevó la adaptación de las programaciones didácticas para adaptarlas a las necesidades del contexto educativo europeo. La principal característica de la transformación del sistema educativo es el abandono del concepto de la lección magistral como único medio de transmisión del conocimiento y la exigencia inexcusable de la evaluación permanente del modelo educativo. Ya no es válida la idea de un docente que repite las mismas lecciones magistrales durante años, pues cada alumno tiene su propio proceso de aprendizaje. El proceso tradicional de enseñanza ha derivado en el binomio enseñanza-aprendizaje como base del nuevo sistema de educación superior y, a pesar de que los contenidos a transmitir puedan mantenerse en el tiempo, los métodos a utilizar deben actualizarse periódicamente para responder a los cambios en el contexto universitario.

En este contexto, las diferentes programaciones de las asignaturas deben tener en cuenta la epistemología, la sociología, la pedagogía y la psicología para ser verdaderamente efectivas. Rodríguez Sarmiento y Bonilla Alarcón (2010) definen la programación como “un conjunto de decisiones adoptadas por el profesorado de una especialidad en un centro educativo, al

respecto de una materia o área y del nivel en el que se imparte, todo ello en el marco del proceso global de enseñanza-aprendizaje”. Los docentes deben evitar ser meros “aplicadores de planes” elaborados externamente, desarrollando su propia planificación y adecuándola al contexto y a las necesidades del alumnado de manera concreta, flexible y viable.

La metodología a aplicar es el momento de mayor autonomía del profesorado y uno de los de mayor responsabilidad. Dado el enfoque actual de la enseñanza, parece lógico aplicar metodologías participativas y activas que potencien la autonomía de los alumnos en el proceso de aprendizaje. Sin embargo, debe evitarse generalizar acerca de los métodos a utilizar, pues hay muchos factores que influyen en el proceso de enseñanza-aprendizaje y posiciones totalitarias podrían resultar en un fracaso.

En este trabajo, se pretende dar una visión de posibles métodos aplicables para la innovación docente en enseñanzas técnicas. Tras un resumen de las características deseables a la hora de realizar la programación de la metodología didáctica, se identifican las principales tendencias de innovación docente en la actualidad. Posteriormente, se analiza la evolución de los proyectos de innovación docente en las enseñanzas técnicas de la Universidad de Oviedo. Finalmente, se presenta un análisis particular de la asignatura Mecánica de Fluidos, que puede ser fácilmente extrapolable a asignaturas similares de otros Departamentos y/o Universidades.

### **La metodología en la programación didáctica: características deseables**

Los componentes fundamentales de la programación didáctica, tras la justificación teórica y la contextualización, son: los objetivos que se pretenden conseguir, los contenidos y competencias que se pretenden transmitir y desarrollar, la metodología a emplear para ello y los criterios e instrumentos para evaluar los resultados de aprendizaje.

El cambio de la concepción del proceso de enseñanza-aprendizaje ha introducido una serie de nuevas prácticas en la actividad docente que hace décadas eran exclusivas de ciertos docentes con una vocación clara de innovación. Sin embargo, hoy en día se hace inviable concebir la educación universitaria sin la evaluación de la función docente con el objetivo de mejorar los métodos utilizados. Se tiende a preferir metodologías participativas y activas que, teniendo en cuenta el estado inicial del alumnado, potencien su autonomía durante el proceso de aprendizaje. No obstante, debe evitarse el uso de generalizaciones, juicios totalitarios o posiciones ingenuas (por ejemplo, no tener en cuenta la capacidad de los docentes a la hora de conducir dinámicas de grupo, gamificar la enseñanza sin reflexionar acerca de si los alumnos están reteniendo los contenidos o proclamar que las lecciones magistrales son cosa del pasado). Hay una serie de factores a tener en cuenta al elegir la metodología más adecuada para alcanzar los objetivos docentes, siendo los principales: las características del alumnado; la naturaleza, estructura y secuencia de la materia; las habilidades del profesorado y los recursos materiales, espaciales y temporales disponibles. La metodología a utilizar debería ser

abierta, modificándose con la variación de los distintos factores a lo largo del desarrollo de la asignatura, por lo que deberían incluirse posibles contingencias dentro de la programación.

Del párrafo anterior se deduce la necesidad de la evaluación continua del proceso de enseñanza-aprendizaje. Para ello se pueden emplear distintos instrumentos de evaluación, pero es importante incidir en la idea de que la evaluación es un elemento más del proceso y procurar seleccionar como evaluables los elementos especialmente útiles para tomar decisiones. De esta manera, se amplía el concepto de evaluación de la mera calificación de los alumnos a un instrumento de reflexión propia para el docente.

### **Tendencias actuales de innovación en las enseñanzas técnicas**

En los últimos años, se puede detectar una serie de tendencias en la educación con el objetivo de completar la enseñanza proporcionada por las lecciones magistrales. La Tabla 1 recoge las principales tendencias identificadas en esta investigación y una breve descripción de cada una de ellas. El propósito de incluir este tipo de actividades en las aulas no es sustituir las lecciones magistrales, sino complementarlas para reforzar y mejorar el proceso de aprendizaje. Esta combinación de diferentes metodologías abre la posibilidad de desarrollar competencias transversales en el alumnado que complementen los conocimientos adquiridos y les sean útiles en el mundo laboral.

**Tabla 1. Tendencias actuales de innovación en las enseñanzas técnicas**

<b>Nombre</b>	<b>Descripción</b>
<b>Aprendizaje basado en proyectos (A)</b>	El conocimiento y habilidades se obtienen trabajando durante un periodo extendido de tiempo para investigar y responder un problema o desafío real, motivador y complejo
<b>Gamificación (B)</b>	Aplicación de elementos típicos de juegos a la educación para aumentar la motivación del alumnado (por ejemplo, competiciones, recuento de puntos, reglas de juego..)
<b>Aprendizaje basado en juegos (C)</b>	Utilización de juegos para aprender, comprender, expandir y reforzar conceptos, conocimientos y habilidades
<b>Aprendizaje cooperativo (D)</b>	Realización de tareas colectivas entre los alumnos, utilizando sinergias, para conseguir los objetivos de aprendizaje
<b>Aprendizaje inverso (E)</b>	Transferencia de parte del proceso de enseñanza-aprendizaje fuera del aula con el fin de utilizar el tiempo de clase para realizar tareas que favorezcan un aprendizaje más significativo
<b>Utilización de TICs (F)</b>	Aprovechamiento de las tecnologías de información y comunicación para mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje (MOOCs, documentación compartida en la red, espacios colaborativos, aplicaciones móviles)
<b>Demostraciones y experimentación (G)</b>	Las clases se complementan con demostraciones, ejemplos, experimentos y salidas y visitas para conectar los conocimientos teóricos del aula con la realidad y demostrar su utilidad

El aprendizaje basado en proyectos ha demostrado aumentar la motivación de los alumnos y mejorar la adquisición de competencias y no sólo de contenidos. Algunos ejemplos se pueden encontrar en Labra Gayo et al. (2006), que desarrollaron un proyecto común de software libre entre los alumnos usando herramientas colaborativas. Perotti et al. (2010), por otra parte, aplicaron el aprendizaje basado en proyectos a la construcción de un prototipo experimental por parte de grupos de alumnos aplicando los conocimientos adquiridos en la asignatura. Otro ejemplo de aplicación de este tipo de metodologías se puede encontrar en Martín et al. (2016).

En segundo lugar, es necesario distinguir entre la gamificación o inclusión de elementos típicos de juegos a las actividades de clase y el aprendizaje basado en juegos o utilización de juegos para la consecución de los objetivos docentes. Dentro del primer grupo se puede citar el trabajo de Sánchez-Carmona et al. (2017), utilizando un sistema de méritos y tablas de clasificación en función de los resultados del alumnado para aumentar su motivación. Respecto al aprendizaje basado en juegos, Borrego et al. (2017) desarrollaron un juego de escape en el que los alumnos debían utilizar los conocimientos y habilidades aprendidas en la asignatura para conseguir descifrar un código que permitía la salida de una habitación.

Por otro lado, una de las habilidades más necesarias en los egresados de enseñanzas técnicas es la capacidad de trabajar en grupo. Por este motivo, cada vez más docentes optan por incluir el aprendizaje cooperativo en sus aulas. Mediante actividades de grupo se consigue generar un sentimiento de “comunidad” en el aula, evitar posibles escenarios de competitividad insana y aumentar la confianza de los alumnos en sus ideas y respuestas, al haber sido validadas por un grupo. Como ejemplos recientes cabe citar la denominada “técnica puzzle”, aplicada por Olmedo-Torre y Farrerons Vidal (2017), que reparte distintas tareas de aprendizaje entre los alumnos, de forma que cada alumno trabaja su parte y después la comparte con sus compañeros, o el desarrollo de wikis colaborativas como el realizado por Guinau-Sellés et al. (2017). Algunas directrices para el desarrollo de actividades basadas en el aprendizaje cooperativo se pueden encontrar en Smith (2000), Cooper y Robinson (2000) o, más reciente, Cohen y Lotan (2014).

Uno de los conceptos más novedosos en la educación y quizás más útil para aprovechar el tiempo en el aula es el denominado “aprendizaje inverso”. Según Bermann y Sams (2012), los alumnos necesitan a los docentes presentes para responder preguntas y ayudarles si se atascan, pero no los necesitan presentes para escuchar una clase o revisar contenidos. De esta manera, se puede promover un aprendizaje más significativo si los alumnos revisan los contenidos de la asignatura en casa y las horas de aula se emplean en realizar actividades relacionadas con esos contenidos. Algunos ejemplos de aplicación práctica de este concepto se pueden encontrar en Pierce y Fox (2012), que utilizan vídeos que los alumnos pueden visualizar en casa y actividades en clase para reforzar los contenidos explicados en los vídeos, o Iborra Urios et al. (2017).

Tampoco debe olvidarse la utilidad de las tecnologías de la información y comunicación (TICs) para la mejora del proceso de enseñanza-aprendizaje. La utilización de aplicaciones móviles como Kahoot o Socrative en el aula cada vez es más frecuente para fomentar la interacción entre el docente y el alumnado (Fabregat-Sanjuan et al. (2017), Badia Valiente et al. (2016)), así como de pulsadores y encuestas. Muchas actividades se pueden trasladar fácilmente fuera del aula para reforzar el conocimiento adquirido: prueba de ello son los trabajos de Reyes et al. (2017) o Calm et al. (2017), basados en tests online. Sin embargo, Richardson y Swan (2003) postulan que la interacción entre participantes y docentes en cursos online es vital para el aprendizaje, ya que la percepción de la presencia social influye en la satisfacción, la motivación y la actitud de los alumnos. Por tanto, se debe incidir en la utilización de las TICs como complemento y no como sustituto del docente presencial.

Finalmente, la utilización de demostraciones y experimentación en el aula así como en visitas y salidas permite relacionar los contenidos presentados en el aula con situaciones reales, lo que aumenta la motivación de los alumnos a la hora de adquirir esos conocimientos. Trabajos como el de Absi et al. (2011), utilizando experimentos realizados por los propios alumnos con instrucciones de los docentes, prueban que este tipo de actividades estimulan el interés del alumnado, redundando en una mejora del proceso de aprendizaje.

Como se puede observar, muchos de los ejemplos presentados combinan varias de las tendencias identificadas en la Tabla 1, por lo que es difícil encasillar cada trabajo en una única línea de actuación. Esto demuestra que, precisamente, la combinación de diversos elementos de innovación es la que convierte una metodología docente en una metodología rica, eficaz, y aplicable a un mayor número de alumnos.

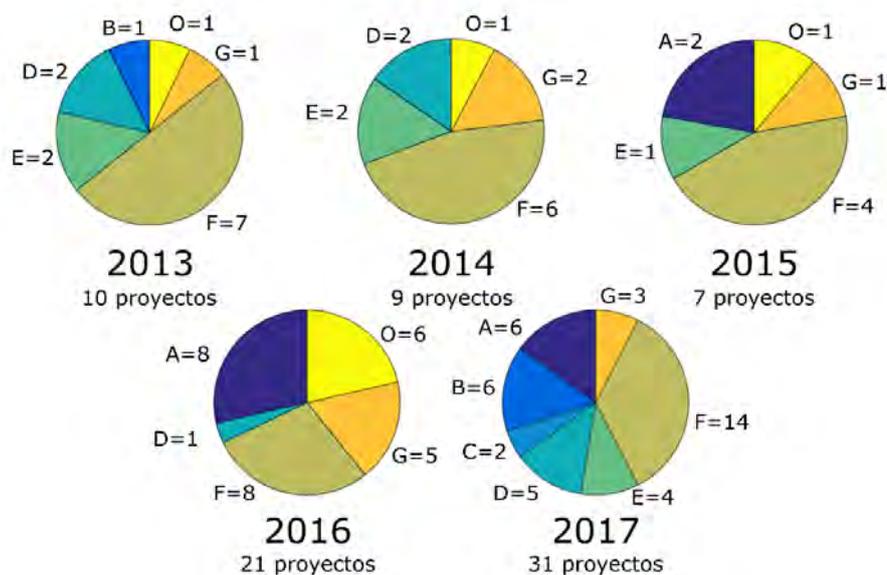
Para terminar, como últimos ejemplos o ideas que se podrían incluir en las actividades docentes con el alumnado se encuentran los siguientes: viajes, juegos de rol, actividades de reflexión crítica como la elaboración de portafolios o mapas conceptuales (Barragán Sánchez (2005), Taberna Torres et al. (2016)), aprendizaje basado en la resolución de problemas (Rodríguez González y Fernández Batanero (2015), Lacuesta y Catalán (2004)) o casos de estudio. Otras opciones posibles podrían incluir investigaciones en grupo, realización de preguntas en clase, análisis de pros y contras, debates, recogida de respuestas al final de las clases, realización de tests sin calificación, o análisis guiados, en los que el docente realizaría y explicaría una actividad que después los alumnos deberían realizar de forma similar (por ejemplo, resolver un problema explicando sus partes y después proponer un problema similar para que lo resuelvan los alumnos).

### **Tendencias en las enseñanzas técnicas de la Universidad de Oviedo**

La Figura 1 muestra la evolución de la cantidad y el tipo de proyectos de innovación docente realizados en las enseñanzas técnicas de la Universidad de Oviedo en los últimos 5 años. El primer aspecto relevante es el gran aumento del número de proyectos desarrollados en los

últimos dos años, lo cual se puede relacionar con un aumento del interés del profesorado en la mejora de la calidad docente. También se puede observar que la mayor parte de los proyectos se encuadran dentro de las principales tendencias identificadas en este estudio con las letras A-G en la Tabla 1 (la letra O se reserva para proyectos que no contienen ningún elemento de los recogidos en dicha tabla). En el primer año analizado, 2013, casi todos los proyectos desarrollados (7 de 10) contienen elementos de utilización de TICs (F). Dado el carácter técnico de las asignaturas, es esperable que este tipo de proyectos sean los que más proliferen. Esta tendencia se mantiene hasta el año 2015, año en que aparecen los primeros proyectos de innovación que incluyen el aprendizaje basado en proyectos (A). Este tipo de proyectos se consolida año tras año en las enseñanzas universitarias, sobre todo en el ámbito de las ingenierías. Por otra parte, en el año 2017 aparecen 6 proyectos que contienen actividades de gamificación y, por primera vez, 2 con actividades de aprendizaje basado en juegos. Cabe destacar que, en este último año, todos los proyectos de innovación docente desarrollados se pueden enmarcar dentro de las tendencias identificadas en la Tabla 1, y que muchos de ellos incluso combinan varias de estas tendencias dentro del mismo proyecto. De este análisis se puede extraer que el interés del profesorado de las enseñanzas técnicas de la Universidad de Oviedo por la mejora de la calidad docente ha aumentado de manera considerable en un plazo de tiempo relativamente corto (2 años). De forma paralela, se ha producido un aumento de la calidad y variedad de los proyectos desarrollados, hasta el punto de que en el último año están representadas todas las principales tendencias de innovación docente.

**Figura 1** Proyectos de innovación docente en el ámbito de las enseñanzas técnicas en la Universidad de Oviedo (2013-2017)



### **Un caso de estudio: Mecánica de Fluidos**

La asignatura Mecánica de Fluidos es una asignatura obligatoria de 6 créditos ECTS, perteneciente al segundo curso del módulo común de los grados de la rama Industrial de la Escuela Politécnica de Ingeniería de Gijón. En la guía docente se describe como “una asignatura en la que confluyen aspectos de materia básica referentes a los fundamentos físicos y matemáticos que rigen los movimientos de los fluidos y aspectos de materia tecnológica de aplicación directa en la práctica de la Ingeniería”.

La asignatura comprende 150 horas de trabajo personal del alumno, 60 de las cuales son de trabajo presencial (28 de clases expositivas, 14 de seminarios, 14 de prácticas de laboratorio, 2 de tutorías grupales y 2 para sesiones de evaluación) y 90 de trabajo no presencial (15 para el trabajo en grupo y el uso del Campus Virtual y 75 para el trabajo autónomo). Para la calificación final de la asignatura se tienen en cuenta las prácticas de laboratorio (15%) y otra serie de actividades propuestas (resolución y entrega de problemas, realización de tests, entrega de trabajos...) que suponen otro 15%. Finalmente, un examen de la asignatura a su término representa el 70% restante de la calificación.

Normalmente, la asignatura cuenta con unos 400 alumnos matriculados al año y un porcentaje de aprobados alrededor del 30-40 %. Los alumnos suelen tener una percepción de relativa dificultad de la asignatura, mientras que el profesorado percibe una motivación más baja por parte del alumnado en comparación con otras asignaturas. Esta falta de motivación puede atribuirse al hecho de tratarse de una asignatura obligatoria, a la que los alumnos llegan con un cierto nivel de desconocimiento al impartirse en el segundo curso del Grado y que hace difícil ver la aplicación práctica de los conocimientos de la asignatura. Además, el temario es relativamente extenso y combina aspectos experimentales, matemáticos y numéricos. La secuenciación de los contenidos hace que enseguida aparezcan conceptos de relativa dificultad que provocan la desconexión de las clases teóricas y posterior absentismo del alumnado. Adicionalmente, los contenidos de la asignatura están interrelacionados, por lo que a veces debe adelantarse materia de lecciones posteriores para poder explicar los contenidos de una lección particular. Finalmente, existen una serie de conceptos básicos iniciales difíciles de comprender por el cambio de perspectiva de la Mecánica Clásica, a la que los alumnos están acostumbrados, a la Dinámica de Fluidos. El gran número de alumnos y las pocas horas disponibles para docencia presencial dificulta la atención individualizada, además de la coordinación entre los profesores. Por estos motivos, debe disponerse de instrumentos para evaluar de manera relativamente rápida y sencilla el estado del alumnado durante el desarrollo de la asignatura. A continuación se presentan una serie de sugerencias que podrían aplicarse para tratar de mejorar la calidad docente de esta asignatura.

Actualmente, todo el material de la asignatura está disponible en el Campus Virtual desde el inicio de curso, así como la planificación de la misma, de modo que los alumnos conocen desde el primer día las expectativas de su proceso de aprendizaje. También se cuenta con un

foro en el cual se publican todas las novedades y que se puede utilizar para la consulta de dudas.

Inicialmente, con el objetivo de preparar a los alumnos para la adquisición de los contenidos de la asignatura, sería deseable valorar su grado de conocimiento previo mediante un test de tipo respuesta múltiple el primer día de clase o a través del campus virtual. Adicionalmente, una batería de tests en el campus virtual sobre conocimientos previos serviría para que los alumnos pudieran reforzarlos de forma voluntaria.

En segundo lugar, en vez de orientar las clases respecto a la exposición de un temario por parte del docente (gran duración, visión global), se propone centrar cada lección en un concepto a tratar (clases de una hora, visión particular), reformulando cada unidad didáctica de forma individual. Sería interesante limitar la parte expositiva del docente a periodos de 10-15 minutos, evitando largas demostraciones matemáticas, entre los que se intercalen actividades (individuales o en grupo) con la exposición de conclusiones por parte de los alumnos. De esta manera, se fomenta el aprendizaje significativo y no el repetitivo, generando oportunidades para que el docente conozca el estado individual de cada alumno y pueda ofrecer la ayuda necesaria al moverse por el aula. Además, las actividades grupales permiten la comprensión de conceptos y procedimientos complejos, al incluir la posibilidad de debate y de dar/recibir ayuda. La idea subyacente tras esta propuesta alternativa para las “clases expositivas” es la utilización del aprendizaje inverso para aprovechar de forma más efectiva el poco tiempo disponible para la docencia. No obstante, para poder aplicar este tipo de técnicas, es necesario que los alumnos hayan preparado los contenidos previamente a la clase y que exista buen material de apoyo. Para conseguir este objetivo, se propone utilizar aplicaciones móviles como Kahoot o Socrative para que los alumnos respondan en clase y de manera anónima, sin ser “calificados”, a unas 5-10 preguntas acerca de los conceptos básicos de la lección. De esta manera, el profesor podría hacer hincapié en los conceptos menos claros antes de comenzar las actividades de aula. Respecto al material de apoyo, las presentaciones que se vienen utilizando en las clases expositivas ya constituyen un buen material que podría mantenerse disponible en el Campus Virtual. Considerando las actividades a realizar en el aula, sería interesante que combinaran distintos aspectos de las tendencias de innovación identificadas en la Tabla 1. Cada unidad didáctica es diferente y por motivos de espacio no es posible desarrollar en estas páginas un sistema válido para todas ellas, pero sí es posible señalar como ideas básicas la necesidad de realizar demostraciones prácticas y experimentación (G) y combinar elementos de gamificación (B), aprendizaje basado en juegos (C) y cooperativo (D) para mantener la motivación por parte del alumnado. De esta manera, junto a la propuesta de aprendizaje inverso (E) y la utilización continua de TICs (F) comentadas anteriormente, se intentaría proporcionar una formación más rica y variada, con distintas opciones para cubrir los diferentes mecanismos de aprendizaje particulares de cada alumno. Finalmente, se propondría la realización de un proyecto de aplicación real en grupo, basado en los contenidos

de la asignatura (A). De esta manera, se proporcionaría una visión diferente de la asignatura, tratando de terminar con la percepción de “una asignatura difícil y de poca utilidad práctica”.

Por otro lado, se pretende fomentar la participación activa de los alumnos en los seminarios de problemas, de forma que el docente exponga la resolución de un único problema por sesión donde se recojan los conceptos de la lección correspondiente durante la primera mitad de la misma. Posteriormente y en pequeños grupos, los alumnos dispondrían de la segunda mitad de la sesión para comenzar a resolver un problema similar pero de mayor complejidad, contando con la asistencia del profesor. Finalmente, cada grupo entregaría el problema resuelto antes de la siguiente sesión.

Respecto a las prácticas de laboratorio, se procedía de la siguiente manera: el docente presentaba una breve explicación y los alumnos después, en grupos, realizaban las medidas experimentales y cálculos para, finalmente, entregar un informe calificable. Para homogeneizar las calificaciones y aumentar la implicación del alumnado, este último curso se ha optado por un examen final que evalúe los conocimientos adquiridos en el laboratorio, de forma que los informes de prácticas dejan de ser calificables y pasan a ser elementos para el aprendizaje individual. Adicionalmente, se han generado una serie de vídeos explicativos que los alumnos pueden visualizar antes de cada sesión para familiarizarse con la instrumentación.

Por último, de cara al examen final, los alumnos tienen disponibles enunciados de exámenes de años anteriores en el Campus Virtual. Una propuesta interesante sería añadir a los enunciados de los problemas una explicación general del proceso a seguir para su resolución y el valor del resultado final. De esta manera, los alumnos podrían intentar resolverlos por su cuenta y acudir al docente con dudas concretas, a la vez que se motivarían cuando sean capaces de solucionarlos por sí mismos.

## **Conclusiones**

La metodología a aplicar en el proceso de enseñanza-aprendizaje es el momento de mayor autonomía del profesorado y, por tanto, uno de los de mayor responsabilidad. En el contexto universitario actual, el foco de la educación debe colocarse en el alumno, lo que obliga a la renovación periódica de los métodos para responder a los cambios en el contexto del proceso de enseñanza-aprendizaje.

En este trabajo, se ha pretendido dar una visión de posibles métodos aplicables para la innovación docente en enseñanzas técnicas. Tras un breve resumen de las características deseables a la hora de realizar la programación de la metodología didáctica, se han identificado las principales tendencias de innovación docente en la actualidad. El análisis de los proyectos de innovación docente en las enseñanzas técnicas de la Universidad de Oviedo de los últimos cinco años ha revelado el aumento no sólo del interés de los docentes en la mejora de la calidad docente, sino también de la cantidad y calidad de los proyectos realizados y su ajuste a las tendencias de innovación globales. Finalmente, el análisis presentado de la asignatura

Mecánica de Fluidos revela una serie de posibles líneas de actuación para mejorar la calidad de la docencia de dicha asignatura, las cuales se pueden extrapolar fácilmente a asignaturas similares de otros Departamentos y/o Universidades.

## Referencias

- Absi, R., Nalpas, C., Dufour, F., Huet, D., Bennacer, R., Absi, T. (2011). Teaching Fluid Mechanics for Undergraduate Students in Applied Industrial Biology: from Theory to Atypical Experiments. *International Journal of Engineering Education*, 27(3), 550–558.
- Badia Valiente, J.D., Olmo Cazevieuille, F., Navarro Jover, J.M. (2016). On-line quizzes to evaluate comprehension and integration skills. *Journal of Technology and Science Education*, 6(2), 75-90.
- Barragán Sánchez, B. (2005). El Portafolio, metodología de evaluación y aprendizaje de cara al nuevo Espacio Europeo de Educación Superior. Una experiencia práctica en la Universidad de Sevilla. *Revista Latinoamericana de Tecnología Educativa*, 4(1), 121-140.
- Barrio Perotti, R., Blanco Marigorta, E., Martínez de la Calle, J., Galdo Vega, M. (2010). El aprendizaje orientado a proyectos en Mecánica de Fluidos a través de la experimentación con cohetes de agua. *RED. Docencia Universitaria en la Sociedad del Conocimiento*, 2 (<http://www.um.es/ead/reddusc/2/>)
- Bergmann, J., Sams, A. (2012). *Flip your classroom: reach every student in every class every day*. International Society for Technology in Education, Association for Supervision and Curriculum Development. 124 pp.
- Borrego, C., Fernández, C., Blanes, I., Robles, S. (2017). Room Escape at class: escape games activities to facilitate the motivation and learning in computer science. *Journal of Technology and Science Education*, 7(2), 162-171.
- Calm, R., Masià, R., Olivé, C., Parés, N., Pozo, F., Ripoll, J., Sancho-Vinuesa, T. (2017). Use of WIRIS quizzes in an online calculus course. *Journal of Technology and Science Education*, 7(2), 221-230.
- Cohen, E.G., Lotan, R.A. (2014) *Designing groupwork - Strategies for the heterogeneous classroom*. Teachers College Press, New York, 238 pp.
- Cooper, J.L., Robinson, P. (2000). Getting started: informal small group strategies in large classes. *New Directions for Teaching and Learning*, 81, 17–24.
- Fabregat-Sanjuan, A., Pàmies-Vilà, R., Ferrando Piera, F., De la Flor López, S. (2017). Laboratory 3.0: Manufacturing technologies laboratory virtualization with a student-centred methodology. *Journal of Technology and Science Education*, 7(2), 184-202.
- Guía Docente de la Asignatura Mecánica de Fluidos del Grado en Ingeniería Mecánica. Escuela Politécnica de Ingeniería de Gijón, Universidad de Oviedo. (<http://www.epigijon.uniovi.es/index.php/ver-todos-los-grados/37-grado-ingenieria-mecanica/1837-grado-en-ingenieria-mecanica-guias-docentes>)
- Guinau Sellés, M., Playà Pous, E., Aulinas, Juncà, M., Rosell Ortiz, L., Rivero Marginedas, L. (2017). Improving transversal competences by using wikis in collaborative work. *Journal of Technology and Science Education*, 7(2), 172-183.
- Iborra Urios, M., Ramírez Range, E., Badia Córcoles, J.H., Bringué Tomàs, R., Tejero Salvador, J. (2017). Implementing the flipped classroom methodology to the subject “Applied Computing” of two engineering degrees at the University of Barcelona. *Journal of Technology and Science Education*, 7(2), 119-135.

*Tendencias en la innovación docente en enseñanzas técnicas: análisis y propuesta de mejoras para la asignatura Mecánica de Fluidos*

- Labra Gayo, J.E., Fernández Lanvin, D., Calvo Salvador, J., Cernuda del Río, A. (2006). Una Experiencia de aprendizaje basado en proyectos utilizando herramientas colaborativas de desarrollo de software libre. *XII Jornadas de la Enseñanza Universitaria de la Informática (JENUI 2006)*. Deusto, Bilbao.
- Lacuesta, R., Catalán, C. (2004). Aprendizaje basado en problemas: una experiencia interdisciplinar en Ingeniería Técnica en Informática de Gestión. *X Jornadas de Enseñanza Universitaria de la Informática*. Alicante, julio de 2004.
- Martín, F., Bermudo, C., Martín, M.J., Sevilla, L. (2016). Implementación del método de aprendizaje basado en Proyectos en asignaturas de Ingeniería de Fabricación de los Grados de la Universidad de Málaga. *24 Congreso de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas*. Cádiz, septiembre de 2016.
- Olmedo-Torre, N., Farrerons Vidal, O. (2017). Assessment of the autonomous learning competence in engineering degree courses at the Universitat Politècnica de Catalunya. *Journal of Technology and Science Education*, 7(2), 136-149.
- Pierce, R., Fox, J. (2012). Vodcasts and Active-Learning Exercises in a “Flipped Classroom” Model of a Renal Pharmacotherapy Module. *American Journal of Pharmaceutical Education*, 76(10), Article 196.
- Real Decreto 1393/2007, de 29 de octubre, por el que se establece la ordenación de las enseñanzas universitarias oficiales. *Boletín Oficial del Estado*. Madrid, 30 de octubre de 2007, núm.260, pp. 1-28 (texto consolidado).
- Real Decreto 99/2011, de 28 de enero, por el que se regulan las enseñanzas oficiales de doctorado. *Boletín Oficial del Estado*. Madrid, 10 de febrero de 2011, núm.35, pp. 1-17 (texto consolidado).
- Real Decreto 1027/2011, de 15 de julio, por el que se establece el Marco Español de Cualificaciones para la Educación Superior. *Boletín Oficial del Estado*. Madrid, 3 de agosto de 2011, núm.185, pp. 1-7 (texto consolidado).
- Reyes, E., Enfedaque, A., Gálvez, J.C. (2017). Initiatives to foster engineering student motivation: a case study. *Journal of Technology and Science Education*, 7(3), 291-312.
- Richardson, J.C., Swan, K. (2003). Examining social presence in online courses in relation to students’ perceived learning and satisfaction. *Journal of Asynchronous Learning Networks*, 7(1), 68-88.
- Rodríguez González, C.A., Fernández Batanero, J.M. (2015). Una mirada retrospectiva al Aprendizaje Basado en Problemas en Ingeniería. *23 Congreso de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas*. Valencia, julio de 2015.
- Rodríguez Sarmiento, M.E., Bonilla Alarcón, J. (2010). *La programación didáctica: componentes y realización*. Formación continuada Logoss, 202 pp.
- Sánchez-Carmona, A., Robles, S., Pons, J. (2017). A gamification experience to improve engineering students’ performance through motivation. *Journal of Technology and Science Education*, 7(2), 150-161.
- Smith, K.A. (2000). Going deeper: Formal small-group learning in large classes. *New Directions for Teaching and Learning*, 81. 25–46.
- Taberna Torres, J., García-Planas, M.I., Domínguez-García, S. (2016). The use of e-portfolio in a linear algebra course. *Journal of Technology and Science Education*, 6(1), 52-61.



## **Diseño y puesta en marcha de una práctica docente basada en recuperación de energía térmica mediante dispositivos termoelectrónicos.**

**Reyes García-Contreras<sup>a</sup>, Carmen Mata<sup>b</sup>, Arántzazu Gómez<sup>a</sup>, Samir Ezzitouni<sup>a</sup>, José Antonio Soriano<sup>a</sup>**

<sup>a</sup>Universidad de Castilla La Mancha, Campus de Excelencia Internacional en Energía y Medioambiente, Escuela de Ingeniería Industrial, Real Fábrica de Armas, Edif. Sabatini. Av. Carlos III, s/n. 45071, Toledo, Spain

<sup>b</sup> Universidad de Castilla La Mancha, Campus de Excelencia Internacional en Energía y Medioambiente, Escuela de Ingeniería Minera e Industrial de Almadén, Plaza Manuel Meca s/n 13400, Almadén, Spain

---

### ***Abstract***

*One of the objectives pursued when a subject is adapted to European Higher Education Area (EHEA), especially in engineering degrees, is to reduce the usual separation between “theory” and “experimental practices”. According to this, the researching character which entails experimental testing must be returned to the subjects. In this work, several important aspects to develop in technician degrees has been considered: the relation between theoretical concepts with their experimental applications and the use of concepts related to energy recovery/efficiency. Therefore, the design and the start-up of a teaching experimental practice about the electricity generation from thermal energy using thermoelectric generators have been carried out. In this sense, in addition to the development of transversal skills such as teamwork, students used both novel concepts related to thermoelectric effect and other fundamental concepts acquired during the different courses of Electric Engineering Degree. Together with the experimental results, students have filled a poll about the satisfaction degree with this experimental practice, being very positive the results obtained.*

**Keywords:** *teaching practice, teamwork, thermoelectric effect, energy efficiency.*

---

### **Resumen**

*Uno de los objetivos que se persigue al adaptar una asignatura al Espacio Europeo de Educación Superior (EEES), especialmente en titulaciones de Ingeniería, es disminuir la habitual separación entre “teoría”, “prácticas” y “problemas”. Por lo tanto, se debe devolver a los trabajos prácticos el carácter investigador que conlleva algún tipo de contraste experimental. En este trabajo se han tratado aspectos fundamentales a desarrollar en las enseñanzas técnicas: la interrelación de los conceptos teóricos con sus aplicaciones experimentales y la utilización de sistemas de recuperación/eficiencia energética. Por ello, se ha llevado a cabo el diseño y la puesta en marcha de una práctica docente sobre la generación de electricidad a partir de energía térmica utilizando materiales termoeléctricos. De esta manera, además del desarrollo de competencias transversales como el trabajo en equipo, los alumnos han utilizado tanto conceptos novedosos relacionados con el efecto termoeléctrico, como la aplicación de conceptos fundamentales adquiridos durante los distintos cursos del Grado en Ingeniería Eléctrica. Además de los resultados experimentales derivados de la realización de la práctica, los alumnos han tenido la posibilidad de rellenar unas encuestas sobre el grado de satisfacción en la realización de la práctica, siendo los resultados obtenidos muy positivos.*

**Palabras clave:** *práctica docente, trabajo en equipo, efecto termoeléctrico, eficiencia energética.*

### **Introducción**

La integración de los sistemas educativos en el Espacio Europeo de Educación Superior (EEES) supuso variar el modelo de enseñanza universitaria orientándolo, no solo hacia un aprendizaje basado en conocimientos (competencias específicas), sino también en competencias generales o transversales relacionadas con las capacidades y habilidades que necesita el estudiante para lograr una formación integral (Vizcarro, 2010). Esto implica una intervención más activa del alumno en todas las etapas del proceso educativo, contrastando sus ideas con las del profesor a través del estudio, la práctica y el diálogo.

Por tanto, uno de los objetivos que se debe perseguir al adaptar una asignatura al EEES, especialmente en titulaciones de Ingeniería, es disminuir, en la medida de lo posible, la habitual separación entre “teoría”, “prácticas” y “problemas”, que solía hacerse en la enseñanza universitaria. Por lo tanto, se debe devolver a los trabajos prácticos el carácter investigador que comporte algún tipo de comprobación experimental. Esta transformación no es simple, pero debe constituir un objetivo básico, si se pretende obtener de los estudiantes algo más que la simple memorización de algunos conceptos.

Estos trabajos prácticos en laboratorio pueden ser de dos tipos:

- Trabajos de simulación por ordenador (López-Pérez, 2015). Tienen la ventaja de la flexibilidad y disponibilidad que ofrecen los ordenadores, y proponen un trabajo más directo con los conceptos y métodos teóricos. En los últimos años se han utilizado de un modo más extensivo debido a que permiten realizar prácticas con un grupo mayor de alumnos (Martínez, 2014) y con herramientas creadas específicamente para cada asignatura, como es el caso de los laboratorios virtuales (Giménez-Palomares, 2015). Sin embargo, presentan algunos inconvenientes importantes, como por ejemplo el de no reflejar las desviaciones que aparecen en todo sistema real comparándolo con el modelo teórico.
- Trabajos sobre sistemas reales (Terrón Pernía, 2014). Normalmente se trata de equipos específicos para docencia que suelen ser, por razones de coste, modelos simplificados de los que se utilizan en aplicaciones reales (Navarro Arévalo, 2015). En ellos, la realización del trabajo ha de hacerse en pequeños grupos, fomentando el aprendizaje cooperativo entre los estudiantes miembros del mismo, así como, el carácter multidisciplinar, algo fundamental en el ámbito empresarial (Miranda, 2017).

Si se une esto a la necesaria concienciación del futuro ingeniero sobre la eficiencia energética y la recuperación de energía residual, queda demostrado que es necesario que el estudiante realice una práctica de laboratorio relacionada con este tema.

Varios autores han desarrollado prácticas de laboratorio relacionadas con la mejora de la eficiencia energética y el aprovechamiento del calor residual, siendo el ámbito más común el relacionado con la construcción y la sostenibilidad energética de edificios (Álvarez-Murillo, 2017a). Aunque también hay algunos trabajos relacionados con el aprovechamiento energético (Álvarez-Murillo, 2017b) (Sáez-Martínez, 2013).

En este trabajo se ha diseñado e implementado una instalación que permite el estudio y caracterización de un generador termoeléctrico que aprovecha la energía térmica (en general, residual) para la generación de energía eléctrica por efecto Seebeck.

La práctica se realizó en la asignatura optativa Sistemas Energéticos Emergentes del Grado en Ingeniería Eléctrica, donde se pretende mostrar nuevas formas de generación de energía eléctrica, más allá de las convencionales centrales térmicas, nucleares o hidráulicas, así como los distintos sistemas disponibles de almacenamiento energético, todo ello enfocado a la recuperación de energía residual y la eficiencia energética.

## **Metodología**

### **Teoría. Nuevas formas de generación de energía eléctrica.**

Los alumnos del Grado en Ingeniería Eléctrica han aprendido en distintas asignaturas el funcionamiento de las centrales térmicas, nucleares e hidroeléctricas como herramientas más utilizadas para la generación de energía eléctrica. En cambio, la necesidad de utilizar fuentes de energía renovables para reducir la contaminación y posponer el agotamiento de las materias primas fósiles ha favorecido el uso de energías alternativas como la solar y la eólica. Pero, no solo se trata de encontrar fuentes renovables de energía, sino que es necesario reducir el consumo de energía primaria además de mejorar la eficiencia energética de los procesos. Es por ello que la reutilización de energía residual de los procesos supone un camino dentro del ámbito I+D.

En el caso particular de la energía eléctrica, la utilización de dispositivos termoeléctricos para generar dicha energía a partir de energía térmica residual disponible en distintos procesos, por ejemplo, la correspondiente a los gases de escape de un vehículo, (Fernández-Yáñez *et al.*, 2018) es una aplicación que los alumnos de este Grado deberían conocer. Por ello, en las clases de asignaturas optativas de último curso, como el caso de Sistemas Energéticos Emergentes, se enseña a los alumnos los aspectos básicos de estos dispositivos, desde el efecto termoeléctrico hasta los parámetros que caracterizan su funcionamiento.

### **Efecto termoeléctrico. Módulos y generadores termoeléctricos.**

El efecto termoeléctrico o efecto *Seebeck* establece la existencia de una conversión directa de diferencias de temperaturas en tensión eléctrica en determinados materiales semiconductores. Este científico comprobó que al calentar una de las uniones de un circuito formado por dos metales distintos (cobre y bismuto) la diferencia de temperatura generada impulsaba a los electrones y/o huecos a difundirse desde el lado caliente al lado frío, generando un flujo de corriente a través del circuito.

El funcionamiento de un módulo termoeléctrico (TE) se caracteriza por distintas gráficas en las que se relacionan, fundamentalmente, tres variables: intensidad de corriente, voltaje y potencia eléctrica. Todas estas variables se miden en unas condiciones determinadas de funcionamiento en cuanto a temperaturas del foco caliente y del foco frío.

Un generador termoeléctrico (*Thermo-Electric Generator, TEG*) normalmente está formado por la unión de varios módulos termoeléctricos (en serie y/o en paralelo), trabajando entre un foco frío y uno caliente y generando un voltaje.

### **Práctica experimental. Caracterización de módulos termoeléctricos.**

#### **Objetivos**

Conocer el funcionamiento de un generador termoeléctrico (TEG) y evaluar su rendimiento trabajando entre dos focos térmicos. Caracterizar el dispositivo a través de las curvas de tensión, intensidad y potencia eléctrica.

#### **Metodología de aprendizaje**

Los alumnos se organizan en grupos de seis personas y tendrán disponible (en Moodle, plataforma virtual de la UCLM) la memoria de la práctica, al menos, una semana antes de su realización para que adquieran los conceptos fundamentales de la misma y tengan claros los objetivos que se persiguen.

Los conceptos teóricos necesarios para el desarrollo de la práctica experimental se han planteado en clase, de manera que el desarrollo experimental de la práctica es una manera de aplicar estos conocimientos a un caso práctico que, a su vez, es objetivo de investigación. Además, el desarrollo de la práctica implica que los alumnos utilicen conceptos básicos de electricidad, puesto que deben realizar las conexiones eléctricas necesarias para medir la tensión e intensidad del TEG cuando se aplican distintos grados de carga.

Por tanto, la capacidad que los alumnos presenten para aplicar, en una instalación experimental, los conocimientos teóricos adquiridos en clase, junto con otros aspectos como la organización en grupo, división de tareas y justificación de los resultados, serán los aspectos evaluados en esta práctica.

#### **Instalación experimental**

La instalación experimental utilizada en el desarrollo de la práctica se muestra en la Figura 1, donde se distinguen tres circuitos: el del foco caliente (aceite, en línea negra), el del foco frío (agua, en línea verde) y el circuito eléctrico (en color rojo).

Con respecto al generador termoeléctrico (resaltado con el cuadro rojo en la Figura 1), está formado por 12 módulos termoeléctricos como el de la Figura 2a dispuestos en dos hileras de 6 módulos conectados en serie y con conexión en paralelo entre ellas, tal y como se puede observar en la Figura 2b. Dichos módulos están rodeados por un conducto por donde se mueve el fluido frío (Figura 2c). Exterior a los módulos termoeléctricos se sitúa un intercambiador, por donde circula el aceite (fluido caliente). Dicho aceite es calentado a la temperatura deseada en el ensayo mediante unas resistencias, tal y como se muestra en la Figura 1.

Diseño y puesta en marcha de una práctica docente basada en recuperación de energía térmica mediante dispositivos termoeléctricos

Figura 1. Instalación experimental.

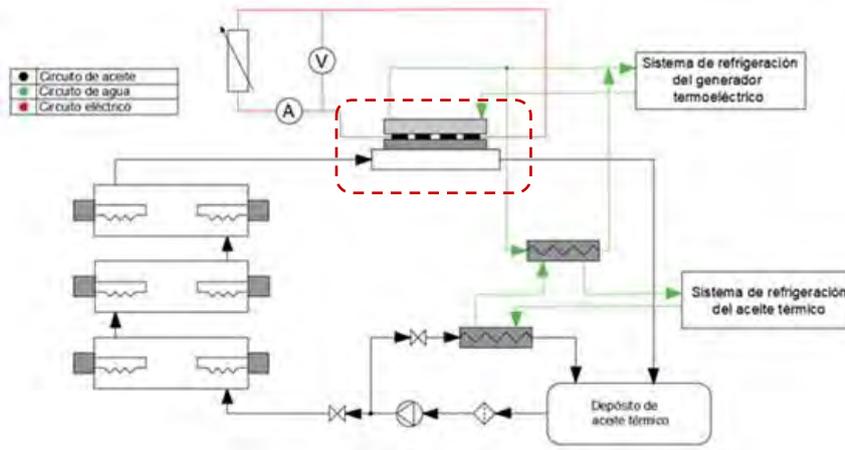
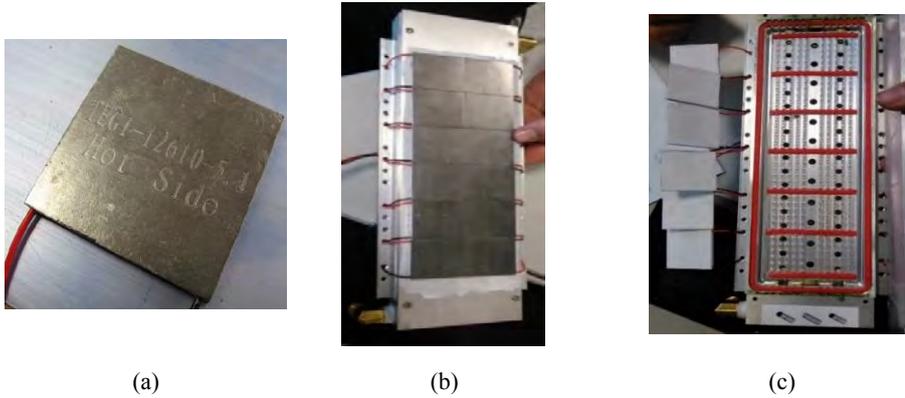


Figura 2. Imagen de un módulo TE (a), disposición de los TE (b) e imagen del conducto interior del fluido frío (c).



### Cálculos

El rendimiento del generador termoeléctrico se calcula mediante la relación de la potencia eléctrica generada ( $P_{sal}$ ) y la potencia térmica de entrada ( $P_{ent}$ ) aportada por el foco caliente, tal y como se muestra en la ecuación (1):

$$\eta_{TEG} = \frac{P_{sal}}{P_{ent}} = \frac{P_{elect,TEG}}{\dot{Q}_{ac}} \quad (1)$$

La potencia eléctrica corresponde al valor de potencia máxima generada por el TEG y se calcula a partir de los datos de intensidad y voltaje generados para distintos valores de carga. La potencia térmica se determina a partir del caudal de aceite, su calor específico y las temperaturas de entrada y salida:

$$\dot{Q}_{ac} = \dot{m}_{ac} \cdot C_{p,ac} \cdot (T_{ent,ac} - T_{sal,ac}) \quad (2)$$

Considerando el TEG como una máquina térmica, y considerando el segundo principio de la termodinámica, no todo el calor absorbido por la máquina puede ser transformado en trabajo si no que hay una parte de ese calor que se pierde o que se cede al foco frío. Esas pérdidas de calor hacia el foco frío se determinan utilizando la ecuación 2 pero con los datos correspondiente al agua, fluido que actúa como foco frío. Los datos de los fluidos frío y caliente necesarios para los diferentes cálculos se muestran en la Tabla 1.

**Tabla 1. Datos del aceite (fluido caliente) y del agua (fluido frío)**

	$\dot{V}$ (L/min)	$C_p$ (kcal/kg°C)	$\rho$ (kg/m <sup>3</sup> )
Aceite	2.3	0.54	878
Agua (glicolada)	1.38	0.9	1035

## Resultados

### Resultados esperados de cara a la evaluación.

Los alumnos deben enfrentarse a una serie actividades y “retos”. Por ello, la evaluación de esta practica se va a realizar considerando los siguientes aspectos:

- Organización y trabajo en grupo. Deben realizar en común las tareas básicas para el desarrollo de la práctica como la conexión de los distintos dispositivos, identificación de los puntos de medida, etc. Posteriormente, deben dividirse las tareas (toma de datos, realización de los cálculos, etc.).
- Conexión del circuito eléctrico. Para el desarrollo de la práctica, es necesario conectar el dispositivo termoeléctrico a una carga variable y registrar los valores de tensión e intensidad para distintos valores de resistencia. Para ello dispondrán de un reóstato y dos multímetros que deberán conectarse adecuadamente. Asimismo, se deben colocar los termopares que registrarán las temperaturas del foco frío y caliente y controlar debidamente dichas temperaturas. Para la consecución de este segundo objetivo, los alumnos deben aplicar conocimientos que deben haber sido adquiridos durante los distintos cursos del Grado en Ingeniería Eléctrica.
- Cálculo y justificación de los resultados. Los alumnos deben realizar los cálculos una vez tengan las distintas medidas, para así determinar si los resultados obtenidos son coherentes (considerando los conceptos teóricos adquiridos en clase y proporcionados en el guión de la práctica) o se ha cometido algún error de medida.

Experimentales. Desarrollo de la práctica.

Durante la realización de la práctica, se deben registrar las temperaturas de entrada y salida de ambos fluidos y los datos de tensión e intensidad para los distintos grados de carga (resistencia) aplicada al TEG. Los datos recogidos durante el desarrollo de la práctica se muestran en la Tabla 2. En la última fila, se resalta en negrita los valores medios de las temperaturas que son los que se utilizan para los cálculos de las potencias térmicas de los focos.

**Tabla 2. Datos tomados durante el ensayo.**

$T_{en,ac}$ (°C)	$T_{sal,ac}$ (°C)	$T_{en,ag}$ (°C)	$T_{sal,ag}$ (°C)	Resistencia ( $\Omega$ )	Voltaje (V)	Intensidad (A)
194.00	186.25	14.23	16.07	100	4.70	0.03
194.29	186.43	14.24	16.10	50	4.69	0.06
194.77	186.7	14.26	16.14	25	4.39	0.11
195.31	187.08	14.31	16.19	10	3.50	0.26
195.73	187.52	14.33	16.23	9	3.34	0.28
196.08	188.09	14.36	16.27	8	3.18	0.31
196.54	188.51	14.4	16.33	7	2.98	0.34
197.36	188.77	14.42	16.4	6	2.74	0.37
197.61	189.14	14.45	16.46	5	2.32	0.44
198.18	189.73	14.5	16.53	4	2.03	0.49
198.58	190.14	14.57	16.61	3	1.48	0.57
198.91	190.69	14.64	16.69	2	0.71	0.69
199.35	191.05	14.7	16.78	1	0.06	0.79
199.78	191.42	14.75	16.86			
200.08	191.74	14.83	16.98			
200.68	192.2	14.9	17.09			
201.04	192.62	14.97	17.20			
<b>197.55</b>	<b>189.30</b>	<b>14.52</b>	<b>16.52</b>			

A partir de los datos mostrado en la Tabla 2 se elabora la curva de potencia característica del TEG empleado, como se muestra en la Figura 3. A partir del valor de potencia máxima obtenido a partir de esta figura y del cálculo de la potencia calorífica aportada por el aceite se calcula el rendimiento de la instalación del TEG. También se estima la potencia calorífica que absorbe el fluido frío, que se considera como una pérdida. Todos estos resultados se muestran en la Tabla 3.

Figura 3. Relación tensión-intensidad y curva de potencia del TEG en este ensayo.

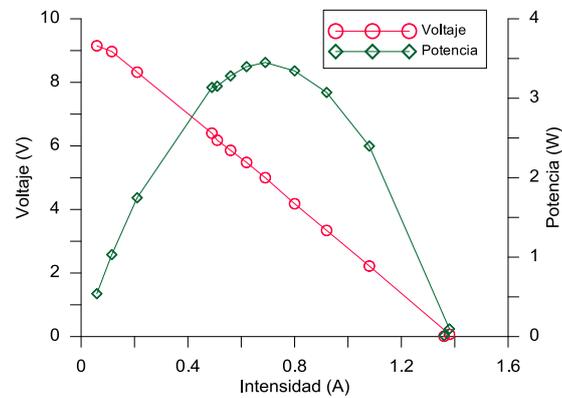


Tabla 3. Potencia térmica, potencia eléctrica y rendimiento del TEG.

$P_{el,TEG}$ (W)	$\dot{Q}_{ac}$ (W)	$\eta_{TEG}$ (%)	$\dot{Q}_{ag}$ (W)
3.45	628	0.55	179

El rendimiento obtenido es menor que el generalmente obtenido con este material puesto que algunos autores comentan que se puede obtener hasta el 5% a  $\sim 200$  °C (Champier, 2017). Una de las posibles causas de este bajo rendimiento es las pérdidas térmicas de la instalación con el ambiente, lo que puede provocar que en realidad la potencia calorífica de la que dispone el termoelectrico sea menor que la asociada al fluido caliente. Por ello, se ha propuesto estimar, mediante un modelo de transmisión de calor, las temperaturas reales a las que trabaja el generador termoelectrico para así poder proporcionar un valor más real de rendimiento del mismo. Esta mejora es la base de un Trabajo Fin de Grado que se está desarrollando en la actualidad en la Escuela de Ingeniería Industrial de Toledo.

#### Encuesta de satisfacción de la realización de la práctica.

Para comprobar el grado de aceptación de la práctica para los alumnos de la asignatura, se realizó una encuesta on-line y anónima para que los alumnos respondieran a una serie de preguntas relacionadas con el aprendizaje y desarrollo de la práctica. Las preguntas son las siguientes:

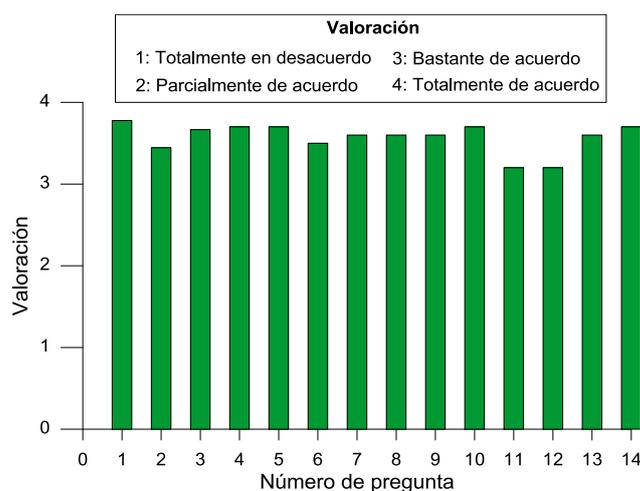
1. La práctica ha contribuido a la comprensión de conocimientos adquiridos en las clases de teoría.
2. Con la práctica he desarrollado habilidades básicas y procedimentales sobre la instalación de termoelectricos y su funcionamiento.
3. He podido interactuar con la instalación de prácticas y conocerla a fondo.
4. Las actividades propuestas para resolver en la guía de la práctica son asequibles.

5. Las actividades propuestas para resolver en la guía de la práctica me han permitido afianzar los contenidos desarrollados en la práctica.
6. La resolución de la práctica ha contribuido a desarrollar mi capacidad de organización y planificación.  
He visualizado y utilizado componentes eléctricos que no conocía.
7. Las explicaciones de los profesores antes y durante la práctica me han servido de ayuda para relacionar los conceptos teóricos.
8. La metodología de aprendizaje usada en la práctica me ha ayudado en la comprensión de la misma.
9. La metodología de aprendizaje usada en la práctica me ha permitido aprovechar mejor el tiempo que he estado en el laboratorio.
10. He adquirido conceptos multidisciplinares ajenos a la asignatura.
11. Realizar la práctica me ha permitido desarrollar mis habilidades de trabajo en grupo.
12. La práctica ha contribuido a aumentar mi interés por la asignatura.
13. La instalación usada en la práctica es adecuada para el desarrollo de la misma.

En cada una de las preguntas los alumnos tienen cinco respuestas posibles, cada una con la siguiente valoración: NS/NC (sin valor numérico), Totalmente en desacuerdo (1), Parcialmente de acuerdo (2), Bastante de acuerdo (3) y Totalmente de acuerdo (4). Las encuestas fueron realizadas por los 10 alumnos matriculados en la asignatura. En la Figura 4 se muestran los valores promedio obtenidos en cada una de las respuestas.

Tal y como puede observarse en la figura, el nivel de aceptación de la práctica ha resultado muy positivo, obteniéndose una valoración en cada rúbrica analizada siempre entre 3, correspondiente a “Bastante de acuerdo” y 4 “Totalmente de acuerdo”, por lo que todos los objetivos propuestos por los profesores implicados se pueden considerar cumplidos.

**Figura 4. Resultados de encuesta de valoración de los alumnos.**



## Conclusiones

En este trabajo se ha diseñado, construido y utilizado una práctica de laboratorio que cubre conceptos multidisciplinares de aprovechamiento y eficiencia energética usando módulos termoelectricos. El desarrollo de la práctica ofrece una perspectiva real de utilización de estos módulos en el sector industrial.

Según los resultados mostrados en la encuesta de satisfacción realizada por los alumnos, la utilización de la instalación ha contribuido a mejorar el conocimiento sobre empleo de termoelectricos para generación de energía eléctrica de los alumnos que cursaron la asignatura de ‘Sistemas Energéticos Emergentes’ del Grado en Ingeniería Eléctrica.

## Referencias

Álvarez-Murillo A., De Borja P rez F., Carmona D., González J.F. (2017a). *Estudio de un sistema de autoconsumo en una vivienda unifamiliar aislada de red*. 25º Congreso Universitario de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas. Badajoz.

Ivarez-Murillo A., Ledesma Cano B., Sabio Rey E., Román Suero S. (2017b). *Estudio de recuperación energética mediante intercambiadores de calor. Cálculo y dimensionado asistido por ordenador*. 25º Congreso Universitario de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas. Badajoz.

Champier D. (2017). *Thermoelectric generator: A review of applications*. Energy Conversion and Management 140, 14 pp.

Fernández-Yáñez P., Gómez A., García-Contreras R., Armas, O. (2018). *Evaluating thermoelectric modules in diesel exhaust systems: potential under urban and extra-urban driving conditions*. Journal of Cleaner Production 182, 9 pp.

Gim nez-Palomares F., Monsoriu J.A. (2015) *Curvas en el espacio: un laboratorio virtual*. 23º Congreso Universitario de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas. Valencia.

López-P rez M.-F., Cardona S. C., J. Lora J., Abad A. (2015). *Desarrollo de la competencia transversal análisis y resolución de problemas en el Grado de Ingeniería Química, mediante el uso de MATLAB*. 23º Congreso Universitario de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas. Valencia.

Miranda M.T., Montero I., Sep lveda F.J., Arranz J.I., Rojas C.V., Portalo F. (2017). *Desarrollo de competencias específicas mediante la realización de prácticas con equipos comerciales de biomasa*. 25º Congreso Universitario de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas. Badajoz. Ivarez

Navarro Ar valo E., Tizón Pulido J.M. (2015). *Docencia presencial y laboratorio remoto: una unión idónea para las prácticas de motores alternativos*. 23º Congreso Universitario de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas. Valencia.

*Diseño y puesta en marcha de una práctica docente basada en recuperación de energía térmica mediante dispositivos termoeléctricos*

Sáez-Martínez F.J., Guadamillas F., Martín R. (2013). *Experiencias docentes en energía y medioambiente*. University Vocational Training Network. Servicio de Publicaciones de la Universidad de Castilla la Mancha.

Terrón Pernía J., López Sánchez M.J., Corrales Alba C. Consejere Castilla, A. (2014). *Propuesta metodológica en prácticas de laboratorio orientada hacia proyectos industriales en automatización con visión empresarial*. 22º Congreso Universitario de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas. Almadén.

Vizcarro C. (2010). *Evaluación de resultados de aprendizaje*. Curso de Introducción a la Docencia Universitaria. Toledo.



## Caso de estudio en el procedimiento de un grupo de estudiantes cuando se aplica Evaluación Formativa en diferentes materias de un Grado de Ingeniería

M. I. González-Alonso<sup>a</sup>, M. A. Castro-Sastre<sup>b</sup>, A. I. Fernández-Abia<sup>c</sup>, P. Rodríguez-González<sup>d</sup> y P. Zapico-García<sup>e</sup>

<sup>a</sup>Dpto. Ing. Eléctrica y de Sistemas y Automática. Escuela de Ingenierías Industrial, Informática y Aeroespacial - Universidad de León, [igona@unileon.es](mailto:igona@unileon.es), <sup>b</sup>Dpto. Ing. Mecánica, Informática y Aeroespacial. Escuela de Ingenierías Industrial, Informática y Aeroespacial - Universidad de León, [macass@unileon.es](mailto:macass@unileon.es), <sup>c</sup>Dpto. Ing. Mecánica, Informática y Aeroespacial. Escuela de Ingenierías Industrial, Informática y Aeroespacial - Universidad de León, [aifera@unileon.es](mailto:aifera@unileon.es), <sup>d</sup>Dpto. Ing. Mecánica, Informática y Aeroespacial. Escuela de Ingenierías Industrial, Informática y Aeroespacial - Universidad de León, [prodr@unileon.es](mailto:prodr@unileon.es), <sup>e</sup>Dpto. Ing. Mecánica, Informática y Aeroespacial. Escuela de Ingenierías Industrial, Informática y Aeroespacial - Universidad de León, [pzapg@unileon.es](mailto:pzapg@unileon.es).

---

### **Abstract**

*In the adaptation to the European Higher Education Area, multiple methodologies have been developed that are necessary to achieve the objectives defined in postbolonia degrees. The present study is developed in the extension between two subjects of different nature but of the same degree, applying the same assessment methodology. The purpose is the assessment by competences, competences focused on the development of the later professional life of the student. The study wants to verify the possibility that the methodology used is transferable and on the other hand if the previous experience provides greater value at the time of the use of the instruments of said methodology.*

**Keywords:** *Formative Assessment, Rubrics, Competences, Engineering.*

---

### **Resumen**

*En la adaptación al Espacio de Educación Superior Europeo han surgido múltiples metodologías necesarias para la consecución de los objetivos definidos en las titulaciones postbolonia. El presente estudio se desarrolla en la prolongación entre dos asignaturas de distinta naturaleza pero de la misma titulación, aplicando la misma metodología de evaluación. El propósito es la evaluación por competencias, competencias enfocadas al desarrollo de la*

*Caso de estudio en el procedimiento de un grupo de estudiantes cuando se aplica Evaluación Formativa en diferentes materias de un Grado de Ingeniería*

*posterior vida profesional del estudiante. El estudio quiere constatar la posibilidad de que la metodología utilizada sea transferible y por otro lado si la experiencia previa aporta mayor valor a la hora del uso de los instrumentos de dicha metodología.*

**Palabras clave:** *Evaluación Formativa, Escala de Valoración, Competencias, Ingeniería.*

## **Introducción**

Después de varios años de la implantación del EEES en la educación universitaria, ya han sido adaptadas numerosas estrategias y metodologías diseñadas para la obtención de las competencias por parte de los estudiantes. El proceso de enseñanza aprendizaje que se estudia en el presente documento se intentará comprobar de qué forma la metodología aplicada es idónea para la consecución de las competencias por parte de los estudiantes. Para entender bien cuál es el objetivo final del proceso de enseñanza aprendizaje definiremos que es competencia. Competencia se define como la adquisición de habilidades, capacidades y aptitudes para el desenvolvimiento profesional en los distintos contextos que se puedan presentar (Fernández-Salineró Miguel, 2008; Gimeno Sacristán, 2009; Perrenoud, 2004; Zabalza, 2003).

En el contenido de las materias impartidas en las titulaciones de ingeniería cobra especial importancia la carga práctica, la cual está principalmente enfocada a la adquisición de las competencias (Arias et al., 2000; Rodríguez Esteban, 2007). La forma de evaluar la adquisición de las competencias nos ha llevado a desarrollar metodologías, que si bien no son novedosas, no estaban desarrolladas ni implementadas en las titulaciones universitarias (Benito, 2005). En este sentido la consecución del logro para el desarrollo de la actividad profesional del futuro ingeniero es de vital importancia si queremos poner en valor al egresado en el mercado productivo (Navarro, Iglesias, & Torres, 2006).

Este estudio es continuación del trabajo desarrollado previamente (Gonzalez-Alonso, Fernandez-Diaz, Castejón Limas, & Pérez-Pueyo, 2016; González-Alonso, Fernández-Díaz, Castejón-Limas, & Pérez-Pueyo, 2015) y que como mejora al mismo se proponía revisar la posibilidad de transferir la metodología a otras materias y a otros docentes. Con ello queremos comprobar si los instrumentos utilizados son válidos y si la experiencia obtenida por los estudiantes influye en la mejor utilización de la metodología.

## **Contexto**

Las asignaturas seleccionadas para este caso son:

- Generación Eléctrica, es una asignatura de carácter obligatorio del Grado de Ingeniería Eléctrica. Se imparte durante el primer semestre del segundo curso. El grupo está compuesto de 19 alumnos que se subdividen para la realización de los trabajos

en subgrupos de 3 alumnos. Los estudiantes de esta asignatura muestran un grado de motivación medio, debido a la diversidad de procedencia y de estudios previos de los estudiantes.

- Tecnología de Materiales, es una asignatura de carácter obligatorio del Grado de Ingeniería Eléctrica. Se imparte durante el segundo semestre del segundo curso. El grupo está compuesto de 15 alumnos que se subdividen para la realización de los trabajos en subgrupos de 3 alumnos. Los estudiantes de esta asignatura muestran un grado de motivación medio-bajo, debido a que no encuentran interés al conocimiento de los materiales.

El rendimiento académico de estos estudiantes es bueno y propicio para realizar metodologías que requieran una implicación activa. La motivación y capacidad de trabajo es suficiente, además tienen un buen nivel de adaptación a nuevas técnicas. A continuación, se muestran los perfiles de ingreso de estos estudiantes, según los datos recogidos por la Universidad de León (2015).

Márgenes de edades:

- Menores de 20 años, un 15%, frente a un 65% de toda la Universidad de León
- Entre 20 y 24 años, un 73%, frente a un 23% de toda la Universidad de León
- Entre 25 y 29 años, un 6% frente a un 4% de la ULE.
- Mayores de 29 años, un 6% frente al 4% de la ULE.

En cuanto a los estudios previos:

- Un 67% del alumnado matriculado no posee ningún título de enseñanza superior, frente a un 80% de la ULE.
- Un 33% del alumnado matriculado posee Estudios Superiores no universitarios (Formación Profesional, Enseñanzas Artísticas, Técnico Deportivo Superior), frente a un 18% de la ULE.
- Un 0% del alumnado matriculado posee Estudios Universitarios de 1er ciclo, frente a un 1% de la ULE.
- Un 0% del alumnado matriculado posee Estudios Universitarios de ciclo largo/2º ciclo, frente a un 0% de la ULE.

Las asignaturas contribuyen, al título del Grado de Ingeniería Eléctrica con varias competencias específicas y transversales, entre las transversales recalamos las siguientes competencias:

- Capacidad para el trabajo en equipo.
- Desarrollo efectivo de la comunicación oral y escrita
- Capacidad para aprender de forma autónoma.
- Desarrollo del espíritu crítico

## **Objetivos**

En los trabajos previos al presente se han utilizado metodologías activas e instrumentos enfocados a la aplicación de la metodología de Evaluación Formativa con los estudiantes universitarios de ingeniería. El principal instrumento utilizado para la Evaluación Formativa ha sido la escala de valoración, tanto para la presentación de trabajos como para la realización de los mismos. Como objetivo principal nos planteamos comprobar si el instrumento utilizado, la escala de valoración, es efectivo, objetivo y transferible. De una forma desglosada enumeramos los objetivos siguientes:

- Planificar la metodología y temporización del proceso, y explicar al alumno la dinámica a seguir para que sea participe de su propio aprendizaje.
- Poner en práctica los instrumentos de evaluación y calificación tanto para la parte expositiva como para la elaboración de trabajos. Escalas de valoración.
- Cotejar los resultados obtenidos por los mismos alumnos en dos asignaturas de distinta naturaleza pero de la misma titulación
- Comprobar que los resultados académicos resultantes de la aplicación del instrumento de evaluación no difieren entre dos docentes diferentes, lo cual nos daría la autenticidad de la herramienta utilizada.
- Demostrar si los estudiantes adquieren experiencia en el uso de los instrumentos de evaluación formativa cotejando los resultados entre dos asignaturas no coincidentes temporalmente.
- Mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje del alumno. Obtener mejoras en los resultados académicos de los alumnos.
- Fomentar en el alumno su espíritu crítico y que reflexione sobre lo aprendido. Concienciar al alumno de que es parte activa del proceso.
- Evaluar competencias específicas y transversales de la asignatura tras haber utilizado utilizando la Evaluación Formativa

## **Trabajos Relacionados**

Existe numerosa bibliografía relativa a la utilización y desarrollo de la metodología aplicada en el presente documento como método de Evaluación. Empecemos por dejar claro que entendemos por Evaluación Formativa. Según (López-Pastor, 2009) Evaluación Formativa es « *todo proceso de constatación, valoración y toma de decisiones cuya finalidad es optimizar el proceso de enseñanza-aprendizaje que tiene lugar, desde un perspectiva humanizadora y no como mero fin calificador* ». Posteriormente han surgido diferentes términos relacionados con este concepto: Evaluación Alternativa, Evaluación Auténtica, Evaluación para el Aprendizaje, Evaluación Formadora, Evaluación Orientada al Aprendizaje (López Pastor, 2012), algunos de los cuales se incluyen en este estudio.

Otros trabajos llevados a cabo aplicando la metodología de Evaluación Formativa y desarrollando una serie de instrumentos para su aplicación, han sido los desarrollados por el grupo de innovación docente de la Universidad de León, IFAHE. Entre ellos podemos citar (González et al., 2013), (Pérez-Pueyo et al., 2013), (Alonso-Cortés Fradejas et al., 2017).

En este contexto he intentado transferir la metodología a titulaciones de naturaleza tecnológicas como son las ingenierías, se han desarrollado trabajos que han sido presentados en diversos congresos (Gonzalez-Alonso et al., 2016).

### **Metodología**

En esta experiencia han trabajado dos profesores, que imparten docencia en el Grado de Ingeniería Eléctrica y en el mismo curso, aunque en momentos temporales diferentes. El estudio se ha realizado durante el primer semestre por el profesor 1 y en el segundo semestre del mismo curso por el profesor 2, durante el curso académico 2016/2017. Los profesores previamente tuvieron una reunión en la que acordaron de forma general las instrucciones, actividades a plantear a los alumnos, herramientas, formas de evaluación y calificación y metodología a utilizar durante el desarrollo de las actividades.

La metodología consensuada por los profesores consiste en las siguientes fases:

1. Primera Fase: Reunión Profesores:
  - a. En un primer momento se procedió a seleccionar las actividades a realizar, siendo la elaboración y presentación de trabajos, la actividad elegida. Planificación de las sesiones y su temporización, teniendo en cuenta el tiempo del que se disponía en el horario de cada una de las asignaturas. Y finalmente la metodología a seguir, siendo esta la Evaluación Formativa y utilizando como herramienta de evaluación y calificación las escalas de valoración.
  - b. Decisión de las actividades a realizar por el alumno:
    - i. La elaboración del guion y su posterior exposición
    - ii. Recopilación de la bibliografía del trabajo, realizando una breve explicación de su importancia y destacando el porqué de su relevancia.
    - iii. Realización del trabajo escrito bajo las indicaciones y premisas establecidas.
    - iv. Exposición final del trabajo desarrollado.
2. Segunda Fase: Reunión Alumno-Profesor:
  - a. Antes de comenzar el proceso se realizó una encuesta inicial a los alumnos a modo de evaluación diagnóstica. Con dicha evaluación lo que detectamos es la base de la que parte el alumno en los conocimientos de la asignatura.

*Caso de estudio en el procedimiento de un grupo de estudiantes cuando se aplica Evaluación Formativa en diferentes materias de un Grado de Ingeniería*

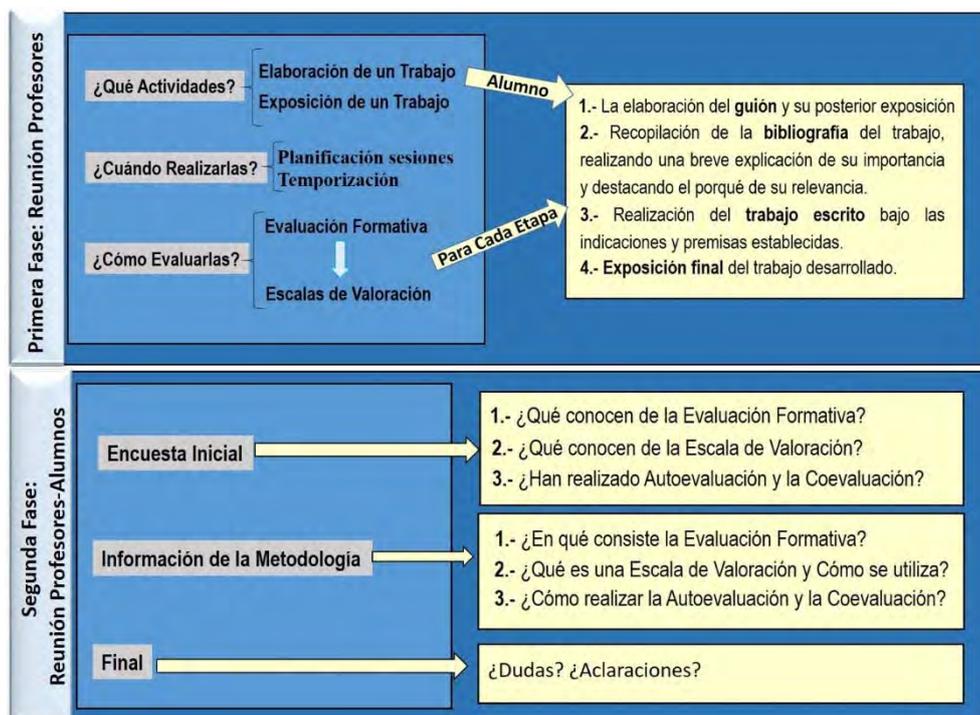
- b. Seguidamente se informó a los alumnos de la metodología y el sistema a seguir, se explicó:
  - i. En qué consiste la Evaluación Formativa.
  - ii. Que es una escala de valoración y cómo se utiliza.
  - iii. Cómo realizar la Autoevaluación y la Coevaluación.

Con esta metodología pretendemos que el alumno pueda llevar de una forma más ordenada la realización del trabajo, así como, conocer en cada momento qué, cómo y cuándo se le va a evaluar en cada etapa del proceso. Además, va a ser conocedor de su evolución durante el mismo y de esta forma podrá mejorar sus resultados académicos, atendiendo a los aspectos que le comenta su profesor.

Los alumnos durante el primer semestre no han tenido, en el curso anterior, experiencia con la Evaluación Formativa, y tampoco han trabajado con escalas de valoración. Por tanto, la segunda fase: reunión profesor-alumno, se lleva a cabo durante el primer semestre con el profesor 1, y más experimentado con esta metodología. De esta forma el profesor 2 parte con alumnos que ya poseen un conocimiento sobre la Evaluación Formativa, así como, del manejo de las escalas de valoración, por lo tanto, los pasos de esta segunda fase, consisten en un pequeño repaso del proceso.

Una vez realizada la actividad, los docentes recopilan los datos obtenidos, en cada una de las etapas, y en cada una de las evaluaciones realizadas (heteroevaluación, coevaluación y autoevaluación) y se procede a su análisis. Por último, se realiza una encuesta de satisfacción de los estudiantes sobre la metodología aplicada y el conocimiento adquirido.

Figura 1. Fases Realizadas durante el Proceso



Fuente: Elaboración Propia

El procedimiento para llevar a cabo esta metodología consistió en dividir al alumnado en grupos de tres alumnos cada uno y se les entregó una hoja con las instrucciones para realizar el trabajo escrito, así como, las escalas de valoración de las distintas tareas a realizar (bibliografía, trabajo escrito y presentación oral). De esta forma, el alumno ya conoce los indicadores que se les van a evaluar. Cada grupo eligió uno de entre los temas propuestos por el docente, relativos a los contenidos de la asignatura. Los temas fueron desarrollados por los grupos a lo largo de varias semanas durante las cuales se realizó un seguimiento, durante el cual se orientó a los alumnos sobre distintos aspectos tanto del trabajo teórico (estructura, desarrollo, bibliografía...) como en la presentación que iban realizando para la exposición oral. En las reuniones se les intentaba orientar en los aspectos menos elaborados, reforzándoles a la vez aquellos aspectos que tenían bien conseguidos. En cada reunión para el seguimiento tanto profesor como alumno tenían delante la escala de valoración que correspondía en cada momento. La heteroevaluación es desarrollada por el profesor con cada uno de los alumnos, la autoevaluación la realiza cada alumno sobre su propio trabajo y la coevaluación se desarrolla entre los propios alumnos (entre iguales), cada uno es evaluado por otro estudiante seleccionado por el profesor. La coevaluación no se realizó de forma recíproca.

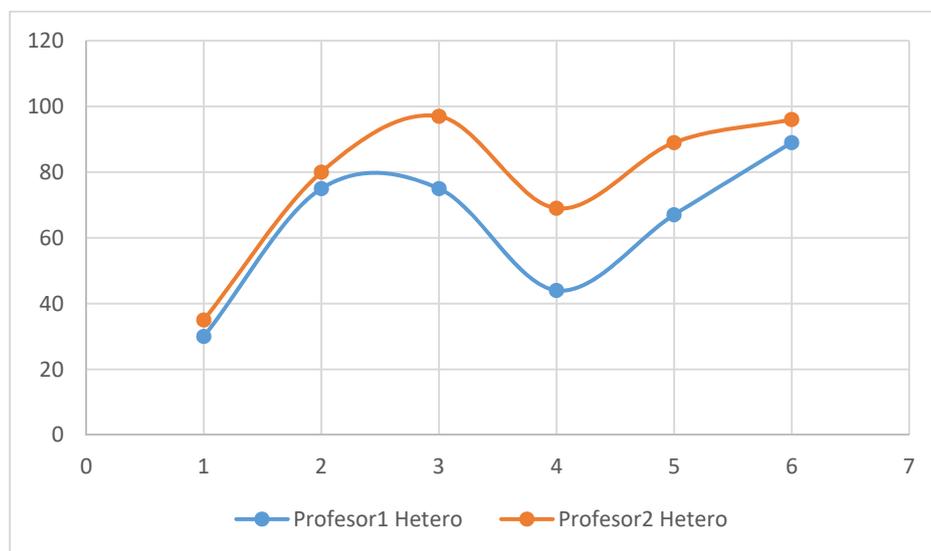
## **Resultados**

En el presente apartado se presentan los datos recogidos en relación a la ejecución de la actividad propuesta a los alumnos del Grado de Ingeniería Eléctrica. Las distintas evaluaciones (coevaluación, heteroevaluación, autoevaluación) realizadas durante los seguimientos de las etapas realizadas por los alumnos con los profesores 1 y 2; profesor 1, referido al profesor que impartió la docencia en el primer semestre y profesor 2 al que la impartió en el segundo semestre. Los resultados recogidos corresponden solo a una población de 7 alumnos, que eran los que coincidían en ambas asignaturas.

De las observaciones de los grupos se destacan los siguientes comentarios: En la Figura 2 se enfrentan los estudiantes frente a las valoraciones recibidas por el docente (heteroevaluación). Se realizan dos gráficas, una para cada profesor, profesor 1 gráfica azul, profesor 2 gráfica roja. La relación entre las dos curvas, que enfrentan las heteroevaluaciones de los dos docentes, tiene la misma tendencia, incrementando su valor numérico con el profesor 2. Esta observación arroja como resultado que los alumnos, como se vio en la encuesta de satisfacción realizada por el profesor 1, ven de forma positiva esta metodología de trabajo y se implican en ella. Otro resultado que queda expuesto en la gráfica de la figura 2 es la forma similar entre ambas curvas. Esto sugiere una misma utilización del instrumento de evaluación por parte de los dos profesores diferentes, lo cual nos lleva a inducir la validez de dicha herramienta y por tanto la transferibilidad de la misma.

Además, sugiere que el estudiante ha adquirido una experiencia en su aplicación como puede verse en el incremento de las valoraciones obtenidas del profesor 1 al profesor 2. Así mismo, el alumno mejora sus resultados académicos como puede apreciarse en la gráfica del profesor que impartió en el segundo semestre.

**Figura 2. Comparativa entre las heteroevaluaciones de los dos profesores realizadas a los estudiantes comunes**



Fuente: Propia

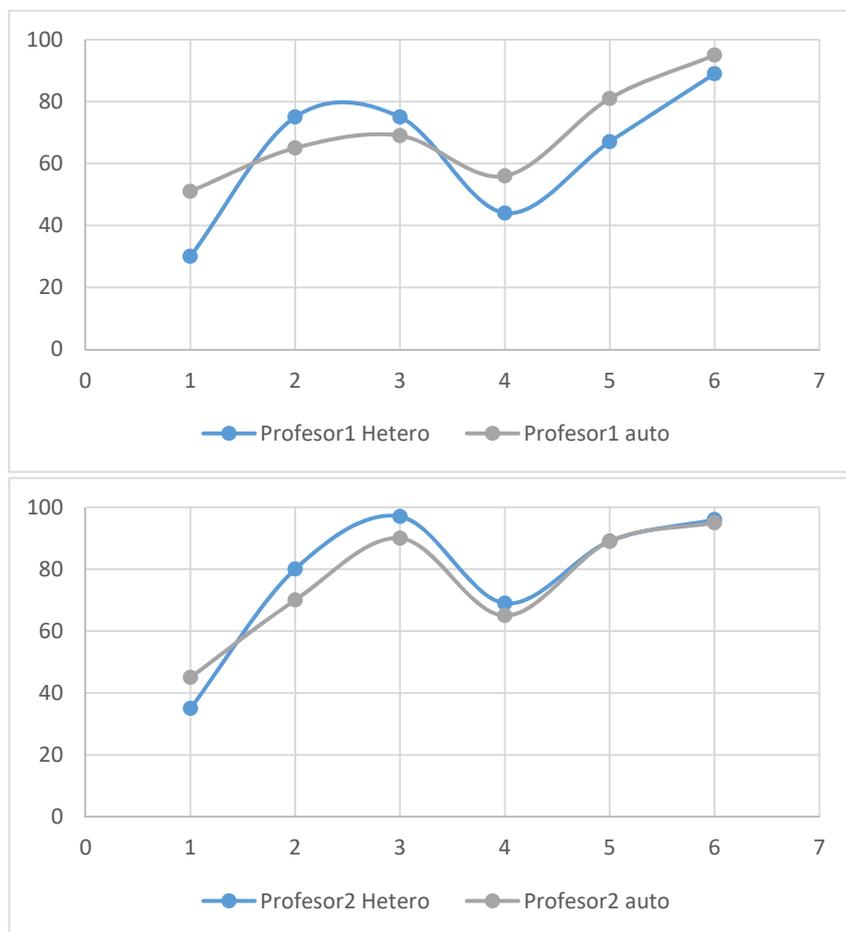
En la Figura 3 se recogen los resultados obtenidos con ambos profesores en la heteroevaluación y en la autoevaluación. De estas figuras se puede observar que los alumnos (1, 4, 5 y 6) que se evaluaron con una elevada puntuación con el profesor 1, se ajustaron más en su evaluación cuando realizaron la actividad con el profesor 2. Esto podría indicar que los alumnos van regulando, ajustando y conociéndose mejor cómo trabajan y cómo se valora su trabajo, de forma que su propia autocrítica se acerca más a la valoración objetiva del docente. Se consigue por tanto alcanzar mayores niveles de logro en la competencia trabajada sobre el fomento del espíritu crítico.

En general, se puede observar como los estudiantes, una vez conocida la herramienta y puesto en práctica previamente van ajustando más y mejor su propia autoevaluación con respecto a la heteroevaluación que realiza el profesor. Por tanto, la experiencia adquirida en el primer semestre se ve reforzada en el segundo. El alumno ha conseguido adquirir un mayor nivel de autocrítica.

Al mismo tiempo, los datos que arrojan las gráficas de la figura 3, sugieren que el estudiante ha adquirido una experiencia en la aplicación de los instrumentos de Evaluación Formativa, como puede verse en el incremento de las valoraciones obtenidas del profesor 1 al profesor 2. Así mismo, el alumno mejora sus resultados académicos como puede apreciarse en la gráfica del profesor que impartió en el segundo semestre.

*Caso de estudio en el procedimiento de un grupo de estudiantes cuando se aplica Evaluación Formativa en diferentes materias de un Grado de Ingeniería*

**Figura 3. Comparativa entre las Heteroevaluaciones y Autoevaluaciones**



Fuente: Propia

## Conclusiones

Como resumen del estudio realizado en la experiencia podemos deducir las siguientes pautas relacionadas con los objetivos que nos planteamos al inicio:

- Se ha conseguido planificar una metodología dinámica que hace partícipe al estudiante de su propio aprendizaje.
- Se ha conseguido poner en práctica instrumentos de evaluación y calificación, escalas de valoración, que ayudan a apreciar los niveles de logro de las competencias a evaluar.
- Se ha conseguido realizar transferencia de la metodología entre asignaturas y entre docentes.

- Se constata que la herramienta utilizada es válida a tenor de los resultados académicos arrojados en la aplicación del instrumento de evaluación, viendo que no difieren entre dos docentes diferentes.
- Se confirma que los estudiantes adquieren experiencia en el uso del instrumento de evaluación formativa cotejando los resultados entre asignaturas.
- Mejora el proceso de enseñanza-aprendizaje del alumno y fomenta su espíritu crítico. El estudiante toma conciencia de su propio aprendizaje.

Finalmente se consigue realizar la evaluación por competencias, tanto específicas como transversales utilizando la Evaluación Formativa como medio.

## Referencias

- Alonso-Cortés Fradejas, M. D., Díez Fernández, Á., Pérez Pueyo, Á., Domínguez Fernández, R., González Alonso, M. I., Fernández Fernández, R., ... Gutiérrez García, C. (2017). La evaluación de competencias y subcompetencias a través de procesos de evaluación formativa con portafolio y rúbricas en el Máster de Formación del Profesorado. *Evaluación Formativa y Compartida En Educación: Experiencias de Éxito En Todas Las Etapas Educativas, 2017, ISBN 978-84-9773-865-1, Págs. 386-401, 386-401.*
- Arias, A. V., Cabanach, R. G., Pérez, J. C. N., Riveiro, J. M. S., Aguin, I. P., & Martínez, S. R. (2000). Enfoques de aprendizaje en estudiantes universitarios. *Psicothema, 12*(3), 368-375.
- Benito, Á. (2005). *Nuevas claves para la docencia universitaria: en el espacio europeo de educación superior*. Narcea Ediciones.
- Fernández-Salinero Miguel, C. (2008). Las competencias en el marco de la convergencia europea: Un nuevo concepto para el diseño de programas educativos. *Encounters in Theory and History of Education (Online), 7*, 131-153.
- Jimeno Sacristán, J. (2009). *Educación por competencias, ¿qué hay de nuevo?* (Vol. 1ª). Madrid: Ediciones Morata S.L. Retrieved from <http://grial.unileon.es/Record/Xebook1-1888>
- Gonzalez-Alonso, M.-I., Fernandez-Diaz, R.-A., Castejón Limas, M., & Pérez-Pueyo, A. (2016). Formative assessment as a tool for acquisition of competences in engineering subjects. *EduRe Journal, Vol. 2*(Nº 3), 79-94.
- González-Alonso, M. I., Fernández-Díaz, R. Á., Castejón-Limas, M., & Pérez-Pueyo, Á. (2015). Aplicación de la Evaluación Formativa como metodología para la adquisición de competencias en asignaturas de Ingeniería. In *Actas del 23 Congreso Universitario de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas* (Vol. I, pp. 831-846). Valencia.
- González, M., García, M. E., Díez, M. Á., Domínguez, R., Alonso-Cortés, M. D., Cardeñoso, E., ... Pérez-Pueyo, Á. (2013). Propuesta de mejora del procedimiento de evaluación por competencias en el Prácticum del Máster Universitario de Formación del Profesorado de Educación Secundaria Obligatoria y Bachillerato, Formación Profesional y Enseñanza de Idiomas de la Universidad d. In *VII Encuentro de Innovación en Docencia Universitaria: "Los agentes del cambio en la universidad: Luces y sombras de la participación."* Universidad de Alcalá.

*Caso de estudio en el procedimiento de un grupo de estudiantes cuando se aplica Evaluación Formativa en diferentes materias de un Grado de Ingeniería*

- López-Pastor, V. M. (2009). *Evaluación formativa y compartida en educación superior: Propuestas, técnicas, instrumentos y experiencias*. Madrid: Narcea Ediciones.
- López Pastor, V. M. (2012). Evaluación formativa y compartida en la universidad: clarificación de conceptos y propuestas de intervención desde la Red Interuniversitaria de Evaluación Formativa. *Psychology, Society & Education*.
- Navarro, M. M., Iglesias, M. P., & Torres, R. (2006). Las competencias profesionales demandadas por las empresas: el caso de los ingenieros 1. *Revista de Educación*, 341(1), 643–661.f
- Pérez-Pueyo, Á., Alonso-Cortés, M. D., Domínguez, R., Díez, M. Á., Fernández, R., González, M., ... Cardeñoso, E. (2013). La evaluación formativa como un procedimiento de tutorización y seguimiento del proceso de aprendizaje en la asignatura Prácticum del Máster Universitario en Formación de Profesorado.
- Perrenoud, P. (2004). *Diez nuevas competencias para enseñar. Educatio Siglo XXI* (Vol. 23). Barcelona: Graó.
- Rodríguez Esteban, A. (2007). LAS COMPETENCIAS EN EL ESPACIO EUROPEO DE EDUCACIÓN SUPERIOR: TIPOLOGÍAS. *Humanismo y Trabajo Social*, 6, 139–153.
- Zabalza, M. A. (2003). *Competencias docentes del profesorado universitario: calidad y desarrollo profesional* (Vol. 2ª Edición). Madrid: Narcea Ediciones.



## Visionado de vídeos como actividad formativa alternativa a los experimentos reales

Elisa Carvajal-Trujillo<sup>a</sup>, Miguel Torres García<sup>b</sup>, Daniel Palomo Guerrero

<sup>a</sup>Universidad de Sevilla, ecarvajal@us.es

---

### **Abstract**

*Teaching in Industrial Engineerin Degrees is based on the acquisition of competences. Generally, the training actions are lectures, lectures, classes of problems, seminars, lectures, laboratory practices, research works. In the evaluations to pass the subject, the greater percentage corresponds to the theoretical classes, to the detriment of the others, practical practice.*

*The Remote Laboratory is a very valid training activity as an alternative to real laboratory practices, but it is not suitable for the Fluidomechanical Engineering course. This is because they need the same resources as a real Laboratory and to achieve the same objectives. It would only have advantages if the teaching were online.*

*The viewing of videos, in an accessible manner and with the tutorization of the teacher, allows the student to acquire specific skills and autonomous learning. It is noted that the assimilation of knowledge is better, that the student has been more dedicated and shows more interest in learning and doing real practices.*

**Keywords:** *teaching by competence, laboratory, laboratory, seminar*

---

### **Resumen**

*En el Plan de Estudios de Grados de Ingeniería Industrial se contempla la enseñanza por competencias. Las acciones formativas son, generalmente, clases magistrales, teóricas, clases de problemas, seminarios, exposiciones, prácticas de laboratorio, trabajos de investigación, proyectos. En las evaluaciones para la superación de la materia, el porcentaje mayor corresponde a las clases teóricas, en detrimento de las otras, normalmente prácticas.*

### ***Visionado de vídeos como actividad formativa alternativa a los experimentos reales***

*El Laboratorio remoto es una actividad formativa muy válida como alternativa a las prácticas de laboratorio reales, pero no es adecuada para la asignatura de Ingeniería Fluidomécanica. Esto es porque consume los mismos recursos que un Laboratorio real y se consiguen los mismos objetivos. Solo presentaría ventajas si la enseñanza fuera no presencial.*

*El visionado de vídeos, de manera accesible y con la tutorización del profesor, permite que el alumno adquiera las competencias específicas y el aprendizaje autónomo. Se constata que la asimilación del conocimiento es mayor, que el alumno se ha dedicado más y que muestra más interés en aprender y en hacer prácticas reales.*

***Palabras clave:*** enseñanza por competencia, prácticas, multimedia, laboratorio, seminario

## **Introducción**

La Universidad es un ente social que contribuye al progreso, bienestar y justicia social de la Sociedad. Dentro de ella se desarrolla el pensamiento crítico, la ciencia y la cultura. Como dispositivo cultural está en continuo crecimiento, para adaptarse a los cambios y demandas de la Sociedad.

Las declaraciones de la Sorbona en 1998 y Bolonia en 1999 suponen el nacimiento del Espacio Europeo de Educación Superior EEES -escenario en el que deberá ser desarrollado los planes de estudio de los Grados en Ingeniería Eléctrica, Ingeniería Electrónica Industrial, Ingeniería Mecánica e Ingeniería Química Industrial de la Universidad de Sevilla, que son el contexto en el que se desarrolla el tema de este trabajo, más específicamente en la asignatura de Ingeniería Fluidomécanica. Estos títulos tienen como objetivo fundamental la formación para el ejercicio de la profesión de Ingeniero Técnico Industrial. Presentan un carácter doble generalista/especialista que debe permitir la inserción laboral del graduado en el amplio abanico de actividades que actualmente desempeña el Ingeniero Técnico Industrial cuyas atribuciones están reguladas por ley. Constan de 240 créditos ECTS estructurado en cuatro cursos académicos, de 60 ECTS cada curso.

En estos planes la enseñanza está basada en competencias. La declaración de Bolonia establece que “*la Europa de los conocimientos debe conferir a sus ciudadanos las competencias necesarias para afrontar los retos del nuevo milenio*”. Una competencia, según el Ministerio de Educación, se define como “*una combinación de conocimientos, habilidades (intelectuales, manuales, sociales, etc.), actitudes y valores que capacitarán a un titulado para afrontar con garantías la resolución de problemas o la intervención en un asunto en un contexto*

*académico, profesional o social determinado*". Las competencias se clasifican en transversales/generales y específicas. Las transversales son genéricas, compartidas por todas las materias de la titulación y/o del área de conocimiento, y pueden dividirse a su vez en instrumentales, interpersonales y sistémicas. Las específicas están relacionadas con la asignatura en cuestión y se dividen en cognitivas, instrumentales y actitudinales, más concretamente son:

- E08.- Conocimientos de los principios básicos de la mecánica de fluidos y su aplicación a la resolución de problemas en el campo de la ingeniería. Cálculo de tuberías, canales y sistemas de fluidos.
- E17.- Conocimientos básicos y aplicación de tecnologías medioambientales y sostenibilidad.

De entre las capacidades destacadas en el proyecto Tuning (González, 2006) de adecuación al Proceso de Bolonia, se ha decidido que el alumno de esta asignatura debe adquirir competencias de manera intensa en "análisis y síntesis", de "organizar y planificar", la de "resolución de problemas", la de "capacidad para aplicar la teoría a la práctica", la de "aprender" y la de "habilidad para trabajar de forma autónoma". Y de manera moderada la de "toma de decisiones", la de "capacidad de crítica y autocrítica". Dentro de las competencias específicas cognitivas se encuentra la de "comprobar resultados mediante simulación" y la de "analizar resultados". Dentro de las competencias específicas procedimentales/instrumentales se encuentra la de "desarrollar habilidades conceptuales y técnicas que posibiliten la adquisición y análisis de información", "interpretar y analizar datos y resultados". Dentro de las competencias específicas actitudinales se encuentra la de "promover el desarrollo del análisis y espíritu crítico", "desarrollar la capacidad de trabajo individual", "ejercitar el autoaprendizaje".

El correcto desarrollo en el alumno de las competencias transversales y específicas depende de la aplicación de una metodología docente adecuada por parte del profesor. El ajuste de los métodos docentes al perfil de competencias trazado y la capacidad del sistema de evaluación para detectar el grado de evolución competencial serán claves en este sentido.

En la mayoría de las asignaturas la principal actividad formativa consiste en la impartición de las clases teóricas. En los programas de las asignaturas las clases teóricas se describen como lección magistral expositivo-interrogativa, aunque algunas describen otro tipo de clases calificándolas como clases expositivas teórico/prácticas, con participación de los alumnos. De manera secundaria y en distinto porcentaje aparecen también prácticas de campo, trabajos

### *Visionado de vídeos como actividad formativa alternativa a los experimentos reales*

de investigación, prácticas de laboratorio, seminarios, prácticas de informática, clases de problemas.

Paralelamente, la evaluación dota de más importancia al clásico examen teórico y de problemas y menos a las otras actividades formativas. Incluso hay programas en las que la evaluación exige una calificación mínima imprescindible para el examen teórico, mientras que esta exigencia no se aplica a la evaluación del resto de actividades.

Las universidades se enfrentan a un número cada vez mayor de estudiantes, lo que hace que la interacción y cooperación sea cada vez menor y no se conseguirá el aprendizaje ni la satisfacción de los alumnos (N. Parsazadeh, 2018). La metodología docente basada en prácticas es valorada positivamente, con pocas excepciones, por todos los participantes de la Universidad, fundamentalmente docentes y alumnado, aunque existe una opinión extendida sobre el carácter marcadamente teórico de los contenidos de las asignaturas. El alumnado demanda un enfoque aplicable de los contenidos, de modo que se vea su utilidad para entender la realidad, resolver problemas y comprender la importancia de las competencias profesionales implícitas (CIDAU, 2005).

Se reconoce que para la innovación docente hay muchos condicionantes: la inadecuación de las infraestructuras, la escasez de recursos y la ausencia de formación profesional del profesional en su dimensión docente. Por otra parte, se reconocen otras estrategias docentes que buscan una mayor participación del alumnado, principalmente exposición y debates temáticos, resolución de ejercicios y trabajos individuales y en equipos, compaginándose con la lección magistral. Se destaca el avance producido en los últimos años en experiencias innovadoras que utilizan recursos multimedia o técnicas audiovisuales.

Se han puesto en marcha metodologías más participativas y que mejoran los usos de recursos tales como TIC, se pone en alza los apoyos a la tutela, la colaboración entre estudiantes, los entornos de aprendizaje soportados por tecnologías y el trabajo autónomo (Coll, 2007).

Otras actividades formativas consisten en visualización de vídeos o desarrollo de escenografías, que no recurren a TIC, pero que también fomentan la colaboración entre estudiantes y el trabajo autónomo (Lu, 2017).

En este trabajo se presenta el análisis de las actividades formativas llevadas a cabo en la asignatura de Ingeniería Fluidomecánica, con especial hincapié en las exposiciones y en las

prácticas de laboratorio, para conseguir que el alumno desarrolle las competencias asociadas a esta asignatura.

### **Metodología**

Las actividades docentes de esta asignatura son las siguientes:

- Clases Teóricas (42 h)
- Exposiciones y Seminarios (7 h)
- Prácticas de Laboratorio (4 h)
- Prácticas Informáticas (4 h)
- Exámenes (3 h)

Normalmente se trata de un único grupo de teoría y seminario de aproximadamente 60 personas, de 20 personas para los grupos de informática y de 10 personas para los de Laboratorio.

Las prácticas de Laboratorio son:

- Curvas características de las bombas en distintas disposiciones
- Pérdida de carga en conductos y en accesorios

La docencia de estas prácticas se hace en el Laboratorio del Departamento de Ingeniería Energética en la Escuela Politécnica Universitaria de la Universidad de Sevilla. Dispone de una red hidráulica que consta de varias líneas de tuberías de distinto material y diámetro, con distintos accesorios (válvulas, reducciones, T, medios porosos) y un conjunto de dos bombas en serie y dos bombas en paralelo. Es posible medir caudal y presión piezométrica en distintos puntos. Sin embargo, no todos los registros ni las medidas necesarias se pueden adquirir. El rango de medida de algunos sensores no se adecúa a los puntos de operación de la red hidráulica. Además, el experimento no está automatizado y es necesario mucho tiempo para la toma de medidas. Pareciera que el número de alumnos (10) es adecuado, pero se tiene la experiencia de que solo 2 o 3 alumnos participan activamente y el resto de alumnos permanecen como meros espectadores.

El alumnado de Grado de Ingeniería tiene experiencia en el manejo de equipos y es capaz de interpretar correctamente los registros. Sin embargo, necesita tiempo para el adiestramiento en el experimento lo que afecta negativamente a la adecuada comprensión de los trabajos experimentales que se consideran adecuados a este nivel.

Se hace necesaria entonces la docencia activa y explicativa de los profesores de la asignatura para mantener la atención de todos los alumnos. Además, el personal del laboratorio es limitado y, aunque se dedican horas de preparación por parte de este para el correcto funcionamiento de la instalación, no es simultáneo al del desarrollo de la prácticas. Esto hace que

### *Visionado de vídeos como actividad formativa alternativa a los experimentos reales*

frecuentemente haya paros por fallos inesperados del test y debe ser el profesor el que, en estas circunstancias, se dedique también al mantenimiento de la instalación.

Por otra parte, con estas dos practicas el alumno no puede adquirir las competencias específicas de la asignatura. La evaluación de estas prácticas se realiza mediante un informe en base a los registros recogidos por el alumno durante la realización de esta. Se tiene la experiencia de que el alumno no dedica el tiempo estimado (4 h) para su realización y, en su mayoría, utilizan trabajos de otros alumnos. Esto se ha comprobado gracias a entrevistas de los profesores a los alumnos, durante las evaluaciones, tutorías y revisiones. De 70 alumnos matriculados, 40 asistieron a la práctica sobre pérdida de carga, 6 acudieron a tutorías para la realización de las actividades asociadas a la práctica. De estos 6 alumnos, todos afirmaron que trabajaban en grupo, que dedicaban sólo 1 h de trabajo. Tres alumnos confirmaron que se basaban en trabajos previos de otros alumnos.

Desde el curso académico 2005-06 se viene realizando otra actividad formativa como Seminario o Exposición. Consiste en la visualización de vídeos en seminario. Estos vídeos consisten en grabaciones de experimentos reales que cubren la mayoría de los conocimientos de la asignatura.

Inicialmente se planteó el uso de Laboratorios Remotos, que aportan innovación y están relacionados con las TIC. Un laboratorio remoto es un conjunto de experimentos reales implementados a través de algún sistema de comunicación, de modo que el operador está ubicado en un lugar distante de los sistemas físicos (Mansilla, 2015). Las experiencias se realizan en forma real y pueden comandarse a través de Internet. Los resultados de las mismas y la experiencia en sí pueden visualizarse en la computadora a través de la red (interna o externa).

Las limitaciones técnicas y económicas en el Laboratorio imposibilitaron la realización de estos Laboratorios. Desde un punto de vista técnico, el experimento remoto está vinculado al control automático y a la robótica (Monje, Kofman, Lucero, Culzoni, 2009), no tanto en áreas relacionadas con la Física o Ingeniería Mecánica.

También se contempló la implantación de Laboratorios Virtuales, que consisten en un conjunto de simulaciones generalmente disponibles en Internet que pueden ser operadas por docentes y alumnos, en general sin restricciones. Se dispone de la Biblioteca de Problemas, que es una herramienta similar mediante la cual el alumno puede realizar trabajo autónomo, disponible a través del espacio de la asignatura en el Sistema de Gestión de Aprendizaje Blackboard (antes WebCT). (Carvajal, 2010).

Otra actividad formativa que se contempló es la visualización de vídeos de experimentos reales (Amante, 2009). Inicialmente estos se realizaron y grabaron en el propio Laboratorio. Pero el campo de conocimientos que los experimentos pudieran cubrir quedaba bastante reducido. Se hizo un análisis de todas las plataformas educativas y de multimedia disponible y

se concluyó que se podía hacer una colección de vídeos, de distintas fuentes y naturaleza, incluso algunos de acceso libre.

Estos vídeos son el objeto de Seminarios en los que el profesor deja que el alumno visualice insitu estos vídeos, en el modo que quiera, con las repeticiones que desee. Se dispone de un guion que el profesor sigue de manera flexible para la discusión de lo expuesto en estos vídeos. Se incita al grupo de alumnos (máximo 10) a que reflexionen y expliquen lo observado. Los vídeos son amplios y cubren numerosos casos. En un Laboratorio Virtual o Remoto no se conseguiría que el alumno lograra simular todos esos casos. Se añade la ventaja además de la tutela del profesor, que dirige y orienta las preguntas.

La atención de los alumnos se asegura por su participación, pues son ellos los que tienen que controlar el reproductor de vídeos. Cada alumno tiene su puesto de reproducción y esto posibilita que no todos vean al mismo tiempo una experiencia, pueden detenerse en aquellos momentos que le sean más motivantes o más difícil de entender.

Cada vídeo lleva asociado una ficha que el alumno debe completar durante el seminario y que posteriormente será evaluado por el profesor. Este puede además abrir el debate lanzando preguntas abiertas que deben contestar los alumnos para proseguir la exposición.

## Resultados

Durante este curso académico se ha evaluado el impacto de esta actividad formativa, mediante registros de entrevistas a alumnos

**Tabla 1. Resultados obtenidos de la muestra N=50 (1= Totalmente en desacuerdo, 5= Totalmente de acuerdo)**

	Columna 2
<b>Disponibilidad</b>	3,51
<b>Eficiencia</b>	4,2
<b>Interés</b>	4,5
<b>Interactividad</b>	2,5
<b>Sobrecarga de información (revertida)</b>	2,0
<b>Preparación (revertida)</b>	4,3
<b>Atractivo</b>	4,0

### *Visionado de vídeos como actividad formativa alternativa a los experimentos reales*

Los resultados obtenidos en las evaluaciones sobre la satisfacción de esta actividad formativa avalan que el uso de vídeos docentes es de gran utilidad durante la impartición de la asignatura en cuestión, que tiene carácter técnico. El estudiante se ve más motivado por la realización de esta actividad que por la realización de experiencias en laboratorio de ensayos limitados, por necesidades de tiempo, de espacio y económicos.

La visualización de vídeos de experimentos fomenta el interés del alumno en los temas de la asignatura y contribuye a que entienda mejor lo impartido en clases teóricas magistrales.

### **Conclusiones**

En este trabajo se ha demostrado que la combinación de las dos actividades formativas de visionado de vídeos y de realización de prácticas más selectivas permite que los alumnos adquieran las competencias específicas.

Esto demuestra que el conocimiento adquirido mediante reflexión es más adecuado que la técnica de escucha-memorización a la que se puede inducir mediante sólo clases teóricas.

Asimismo, se promueve que el alumno se haga responsable de su aprendizaje y gestión del tiempo. Así, la dedicación del profesor a la impartición de conocimientos y guía de este proceso es mayor y menor sus tareas de vigilancia del trabajo del estudiante universitario.

### **Referencias**

- Amante, B., Simo, P., Algaba, I., Fernandez, V., Rodriguez, S., Rajadell, M., ... & Bravo, E. (2009). *Introducción de "Vídeos de bajo coste" para la enseñanza enfocados en la semi-presencialidad*.
- E. Carvajal, F. J. Jiménez-Espadafor, J. A. Becerra, M. Torres, J. R. Martínez-de Dios. (2010). *Experiencias en la programación de problemas de Mecánica de Fluidos*. CUIEET 2010.
- CIDAU. (2005). *Informe sobre innovación de la docencia en las universidades andaluzas*
- C. Coll, J. Onrubia, T. Mauri. (2007). *Tecnología y prácticas pedagógicas: las TIC como instrumentos de mediación de la actividad conjunta de profesores y estudiantes*. Anuario de Psicología, vol. 38, nº 3, pp. 377-400.
- EPS1, [http://www.us.es/estudios/grados/plan\\_200?p=7](http://www.us.es/estudios/grados/plan_200?p=7) [visto 20/03/2018]
- EPS2, [http://www.us.es/estudios/grados/plan\\_200/asignatura\\_2000021](http://www.us.es/estudios/grados/plan_200/asignatura_2000021) [visto 20/03/2018]
- J. González, R. Wagenaar, *Tuning educational structures in Europe II: la contribución de las universidades al proceso de Bolonia*, Publicaciones de la Universidad de Deusto, (2006)
- S. Lu, Y. Cheng, X. Wang, Y. Du, E. Gee Lim. (2017). *Exploring the effectiveness of student-generated video tutorials in electronic lab-based teaching*. Frontiers in Education Conference (FIE)

- C. Mansilla, P. Schspschuk, C. Cámara (2015). *Uso de un laboratorio remoto en el cursado de física en carreras de ingeniería*. Revista de Enseñanza de la Física. Vol. 27, pp. 313-321.
- Monje, R., Kofman, H., Lucero, P., Culzoni, C. (2009). *Experimentos remotos de circuitos eléctricos con fenómenos transitorios*. Revista Iberoamericana de Informática Educativa. ISSN 1699-4574.
- N. Parsazadeh, R Ali, M. Rezaei (2018). *A framework for cooperative and interactive mobile learning to improve online information evaluation skills*. Computers & Education. Vol 120, pp 75-89.

## Utilización de vídeos screencast para la mejora del aprendizaje de teoría de circuitos en grados de ingeniería

Carlos Roldán-Blay<sup>a</sup>, Guillermo Escrivá-Escrivá<sup>b</sup>, Vicente Fuster-Roig<sup>b</sup>, Isidoro Segura-Heras<sup>b</sup> y Carlos Roldán-Porta<sup>b</sup>

<sup>a</sup>Departamento de Ingeniería Eléctrica de la Universitat Politècnica de València ([carrolbl@die.upv.es](mailto:carrolbl@die.upv.es)) Tlf.: 963877007 Ext. 75964, <sup>b</sup>Departamento de Ingeniería Eléctrica de la Universitat Politècnica de València

---

### **Abstract**

*In the subjects Circuits Theory of both the Degree in Engineering in Industrial Technologies and the Degree in Industrial Organization Engineering of the Universitat Politècnica de València, significantly low marks are obtained year after year, especially in the tests in which fundamental concepts are evaluated. An innovation and educational improvement project has been developed in which the professors of some groups have produced screencast videos to work on some of the concepts that present the greatest difficulty for students. The first experience has finished and the results of the evaluation of the students in exercises designed to evaluate the concepts worked on in the video of this first chapter are shown. The results obtained before and after working with the video are compared and a significant improvement is observed using statistical tests for its validation.*

**Keywords:** *Screencast, innovation, teaching improvement, circuits theory.*

---

### **Resumen**

*En las asignaturas de Teoría de Circuitos tanto del Grado en Ingeniería en Tecnologías Industriales como del Grado en Ingeniería de Organización Industrial de la Universitat Politècnica de València se obtienen año tras año calificaciones alarmantemente bajas, especialmente en los tests en los que se evalúan conceptos fundamentales de las asignaturas. Se ha desarrollado un proyecto de innovación y mejora educativa en el cual los profesores de algunos grupos han elaborado vídeos screencast para trabajar algunos de los conceptos que presentan mayor dificultad para los estudiantes. La primera experiencia ha finalizado y aquí se muestran los resultados de la evaluación de los estudiantes en ejercicios diseñados para evaluar los conceptos trabajados en el vídeo de esta primera unidad. Se comparan los resultados obtenidos en las calificaciones antes y después de trabajar con el vídeo y se observa una mejoría notable utilizando pruebas estadísticas para su validación.*

**Palabras clave:** *Screencast, innovación, mejora docente, teoría de circuitos*

## **Introducción**

El uso de las Tecnologías de la Información y Comunicación (TICs) en la enseñanza universitaria está convirtiéndose en una ventaja frente a los modelos de enseñanza-aprendizaje tradicionales (Ferro Soto et al., 2009; Gimenez-Palomares and Monsoriu, 2016). Mediante el uso adecuado de las mismas se puede facilitar la consecución de los resultados de aprendizaje planteados en cada asignatura a través de actividades específicas diseñadas para trabajar y desarrollar aprendizaje y capacidades. De hecho, no solo se facilita la adquisición de competencias genéricas y específicas de cada titulación (Alvarez et al., 2007), sino que se permite trabajar las competencias transversales introducidas por el proyecto estratégico UPV2015-2020 (UPV, 2015).

Entre las ventajas de este tipo de metodologías cabe destacar las siguientes:

- Potencian el aprendizaje autónomo.
- Permiten captar la atención del alumnado y mantener una actitud activa y reflexiva durante las actividades.
- Facilitan la reutilización (en varias asignaturas, cursos o años).
- Pueden permitir distintos niveles de interactividad, lo cual conlleva un mayor impacto en el aprendizaje del alumnado.
- Sirven como material de apoyo o de repaso permanente a disposición del alumnado, de manera rápida y sencilla.

De los muchos tipos de tecnologías disponibles, probablemente sean los vídeos los que más profusamente se están utilizando en la docencia universitaria, tanto presencial como a distancia.

Con el uso de las TICS se pueden elaborar distintos materiales (vídeos, laboratorios virtuales, artículos docentes, etc.) entre los que cabe destacar un tipo con una estructura muy concreta: los objetos de aprendizaje. Se trata de materiales didácticos en cualquiera de estos formatos cuyas características diferenciadoras se citan a continuación:

- Son de carácter pedagógico.
- Se trata de materiales originales.
- Su contenido es interactivo (las explicaciones complementan a la imagen, se intercalan interrogaciones y refuerzos motivadores, incluye ejemplos y contraejemplos).
- Tiene sentido en sí mismo, puesto que no depende de otros objetos para su comprensión y aprendizaje.
- Tiene una extensión de entre 5 y 10 minutos aproximadamente.
- Es indivisible.
- Puede reutilizarse en distintos contextos educativos (no está contextualizado en una asignatura o unidad didáctica, tiene licencia creative commons).

En el Grado en Ingeniería en Tecnologías Industriales (GITI) y en el Grado en Ingeniería de Organización Industrial (GIOI) de la Universitat Politècnica de València (UPV) hay una asignatura del segundo cuatrimestre de segundo curso llamada Teoría de Circuitos. En ella se comprueba año tras año que los alumnos acuden a tutorías a final de curso a preguntar dudas acerca de conceptos y métodos explicados varios meses atrás y que pese a haber sido utilizados en clase a lo largo del cuatrimestre, siguen sin haberse comprendido. La falta de comprensión de todos estos conceptos se aprecia fácilmente en los resultados de los tests de ambos exámenes parciales. Los alumnos realizan un test en cada uno de los dos exámenes parciales acerca de conceptos o ejemplos de aplicación sencillos. Cada test tiene 10 preguntas de opción múltiple con tres posibles respuestas. Solamente una es correcta. Las preguntas acertadas suman un punto y las erróneas restan 1/3 de punto. Las preguntas en blanco no puntúan. Se exige un mínimo de 2,5 puntos en cada test para aprobar la asignatura. A pesar de la sencillez de las cuestiones y de que los fallos solamente resten 1/3 en lugar de 1/2 (que sería lo correcto matemáticamente), los resultados son a menudo alarmantemente pobres. Por ejemplo, en GITI que hay un mayor número de alumnos, más de 300, en el curso 2015-2016 el porcentaje de alumnos suspendidos en el test del primer parcial ha sido del 62,58% y en el segundo parcial se ha obtenido un porcentaje de suspensos del 51,10% (mucho más reducido de lo usual que suele acercarse más al 70%). Sin embargo, en el año anterior, se obtuvieron resultados más típicos, con un 76,15% de suspensos en el test del primer parcial y un 69,6% de suspensos en el segundo. Con estas cifras queda claramente justificada la necesidad de actuar para conseguir involucrar un poco más al alumnado y que alcancen una mejor comprensión de los conceptos y métodos más importantes.

Se ha propuesto un Proyecto de Innovación y Mejora Educativa (PIME) para tratar de mejorar esta situación, titulado “Materiales didácticos interactivos para la mejora del aprendizaje de la teoría de circuitos eléctricos y el trabajo de competencias transversales”. Este proyecto ha sido aprobado por la Comisión de Evaluación y Seguimiento de Proyectos de Innovación y Mejora Educativa (CESPIME) y por la Agencia

Valenciana de Evaluación y Prospectiva (AVAP), obteniendo financiación para su implantación y difusión tras una evaluación positiva. El proyecto ha consistido en la elaboración de materiales didácticos con un cierto nivel de interactividad para fomentar la implicación del alumno, tratando de mejorar su motivación y facilitando el aprendizaje de cada concepto o método explicado en la asignatura. Asimismo, se ha intentado conseguir que el alumno trabaje competencias transversales de manera guiada, pero con cierta autonomía, manteniendo una actitud activa, responsable y con interés.

Los materiales desarrollados son objetos de aprendizaje en formato de vídeo didáctico o vídeo screencast (captura de pantalla con voz en off) que trabajan uno o dos conceptos clave de la asignatura. Para evaluar el impacto de estos vídeos se han llevado a cabo una serie de experiencias consistentes en realizar un test o ejercicio tras haber finalizado un tema y otro test o ejercicio similar después de haber visionado el vídeo correspondiente en clase. Se quiere demostrar que estos materiales suponen un refuerzo importante en el proceso de aprendizaje del alumnado y que tienen un impacto decisivo en la consecución de que hasta ahora no se ha podido alcanzar con las explicaciones en pizarra y presentaciones utilizadas en las clases.

Los objetivos que se persiguen con el PIME propuesto son:

- Elaborar materiales docentes interactivos de calidad, en forma de objetos de aprendizaje digitales de tipo vídeos screencast, para facilitar el aprendizaje de los conceptos que más dificultad suelen presentar para los estudiantes de Teoría de Circuitos.
- Conseguir que una gran parte de los estudiantes dominen conceptos en un tiempo razonable, antes de que su uso con soltura y seguridad sea imprescindible para no comprometer la consecución de los resultados de aprendizaje de la asignatura.
- Mejorar los resultados en las pruebas de evaluación de asignaturas como Teoría de Circuitos de los grados de GITI y GIOI

En cuanto a la experiencia concreta desarrollada hasta la actualidad para estas asignaturas, los objetivos de aprendizaje que se pretende cubrir con los materiales desarrollados son:

- Simplificar circuitos que funcionan en régimen permanente de corriente continua.
- Analizar circuitos que funcionan en régimen permanente de corriente continua.

Con el fin de mejorar esta primera parte de las asignaturas involucradas se ha realizado el primer vídeo screencast, titulado Simplificación y análisis de circuitos eléctricos en corriente continua (Roldán-Blay, 2018).

## **Trabajos Relacionados**

Los miembros del grupo que ha planteado y ejecutado el citado PIME, cuentan con alguna publicación previa que demuestra la confianza en este tipo de materiales y experiencias para facilitar el proceso de enseñanza-aprendizaje. Por ejemplo, en el artículo (Roldán-Blay et al., 2016) se propone el uso de laboratorios virtuales (simulaciones numéricas interactivas) para comprender el funcionamiento de las líneas de alta tensión. En la experiencia publicada en (Llovera-Segovia et al., 2015) se analiza el uso de demostraciones prácticas en el aula para mejorar el aprendizaje de la electrotecnia.

Además, son autores de numerosas publicaciones de material docente relacionadas con la materia del PIME, como el libro “Teoría de circuitos: Adaptado a los grados de ingeniería. Carlos Roldán Porta; Guillermo Escrivá Escrivá; Carlos Roldán Blay. Editorial UPV 2015 (Roldán-Porta et al., 2015)” o el libro de problemas “Teoría de circuitos: problemas propuestos. Guillermo Escrivá Escrivá; Carlos Roldán Porta. Editorial UPV 2015 (Escrivá-Escrivá et al., 2015).

Entre la bibliografía existente hay diversos trabajos que están encaminados a analizar experiencias similares, como por ejemplo (Parrilla Vázquez et al., 2017), en el cual se diseña un vídeo tutorial para mejorar el aprendizaje de conceptos y procedimientos difíciles en el Área de Química Analítica.

## Metodología

La metodología que se ha propuesto y se ha ejecutado en este proyecto de innovación y mejora educativa consiste en los siguientes pasos.

- Identificación de los conceptos y métodos que requieren de una mejora docente tras el análisis de los resultados académicos de los últimos cursos.
- Elaboración de materiales didácticos en formato de vídeo screencast para mejorar el aprendizaje de los estudiantes en algunos conceptos clave y métodos importantes de la asignatura Teoría de Circuitos de los grados de Ingeniería en Tecnologías Industriales y de Ingeniería en Organización Industrial.
- Se han elaborado una serie de preguntas de opción múltiple (pruebas objetivas) y de respuesta abierta para evaluar el aprendizaje de los conceptos y métodos mencionados. Estos materiales se utilizarán para evaluar al alumnado antes y después de trabajar con los vídeos elaborados.
- Ejecución de las actividades de innovación en distintos grupos de los citados grados utilizando un sistema de evaluación inicial, un trabajo supervisado por el profesor con los materiales didácticos y una prueba final de evaluación. Estas actividades duran aproximadamente 30 minutos.
- Análisis de los resultados obtenidos y validación del material desarrollado.

Con los resultados de todas las preguntas se pretende medir el impacto de estos materiales en el aprendizaje. Se analizarán los resultados de todos los alumnos que han participado en estas experiencias antes y después del uso de estos vídeos. Además, se realizará una encuesta anónima de satisfacción a una muestra aleatoria para valorar la opinión del alumnado acerca del impacto y la utilidad de estos nuevos recursos.

Para cursos futuros, estos materiales formarán parte del conjunto de recursos que estarán a disposición del alumnado para alcanzar los resultados de aprendizaje planteados. Además, se puede proponer esta actividad de manera no presencial, ya que el ejercicio previo y el ejercicio posterior sirven al estudiante para conocer su punto de partida y su nivel de adquisición de las distintas competencias (tanto específicas como transversales) y resultados de aprendizaje involucrados en la actividad.

Una de las ventajas de elaborar los recursos didácticos en formato de objetos de aprendizaje es que estos están descontextualizados, por lo que pueden ser utilizados en cualquier otra asignatura de cualquier otro grado para alcanzar los mismos resultados de aprendizaje y competencias. Para validar esto mismo, la experiencia se ha planteado en ambos grados simultáneamente.

Para alcanzar los resultados de aprendizaje de las primeras unidades didácticas de las asignaturas involucradas, se han detectado las siguientes dificultades que la mayoría de los alumnos no supera al finalizar las correspondientes unidades didácticas con sus sesiones de clase presencial, clases prácticas en laboratorio y trabajo en casa:

- Aplicación de la regla de sustitución
  - o Sustitución de elementos sin tensión por cortocircuitos (como las inductancias en corriente continua)
  - o Sustitución de elementos sin intensidad por circuitos abiertos (como los condensadores en corriente continua)
  - o Sustitución de ramas con tensión o intensidad conocida por ramas más simples (como fuentes ideales de tensión o intensidad)
- Aplicación de las leyes de Kirchhoff
  - o Identificación de los nudos de un circuito
  - o Aplicación de la primera ley de Kirchhoff a los nudos de un circuito respetando los signos de las intensidades entrantes y salientes
  - o Aplicación de la segunda ley de Kirchhoff a caminos cerrados de un circuito aplicando correctamente los criterios de signos

- Sustitución de tensiones por intensidades y viceversa mediante la ley de Ohm aplicando correctamente el criterio de signos

Además de elaborar materiales como vídeos screencast orientados a mejorar el aprendizaje de estos conceptos y métodos, se han diseñado preguntas para evaluar el grado en que estos temas se dominan tras las sesiones de clase y trabajo del alumno clase y tras el trabajo con el vídeo.

## Resultados

Una vez realizados todos los ejercicios previos y posteriores a todos los alumnos de los grupos cuyos profesores han desarrollado este proyecto de innovación y mejora educativa, se ha procedido a analizar los resultados obtenidos en ambas muestras (antes y después de trabajar con el vídeo).

El estudio desarrollado es de tipo longitudinal, al tener dos medidas en dos momentos temporales diferentes.

Se trata por tanto de dos muestras relacionadas. Para dos medidas se puede utilizar como prueba paramétrica la T de Student para plantear el test de hipótesis. Si las muestras no cumplieran con el criterio de normalidad se podría aplicar la prueba no paramétrica de Wilcoxon.

En primer lugar se procede a realizar la prueba de normalidad de Kolmogorov-Smirnov, al tener un total de 139 individuos examinados. Si se tratase de menos de 30 individuos se podría utilizar la prueba de Chapiro Wilk. Esta prueba se ha llevado a cabo con el software estadístico SPSS.

Este primer test de hipótesis se plantearía como se muestra a continuación:

- P-Valor  $\geq \alpha$  Aceptar H0: Los datos provienen de una distribución normal.
- P-Valor  $< \alpha$  Aceptar H1: Los datos no provienen de una distribución normal.

Los resultados de este primer test, con un nivel de significancia del 5%, se muestran en la tabla 1.

**Tabla 1. Pruebas de normalidad de las muestras de las calificaciones obtenidas antes y después de trabajar con el vídeo**

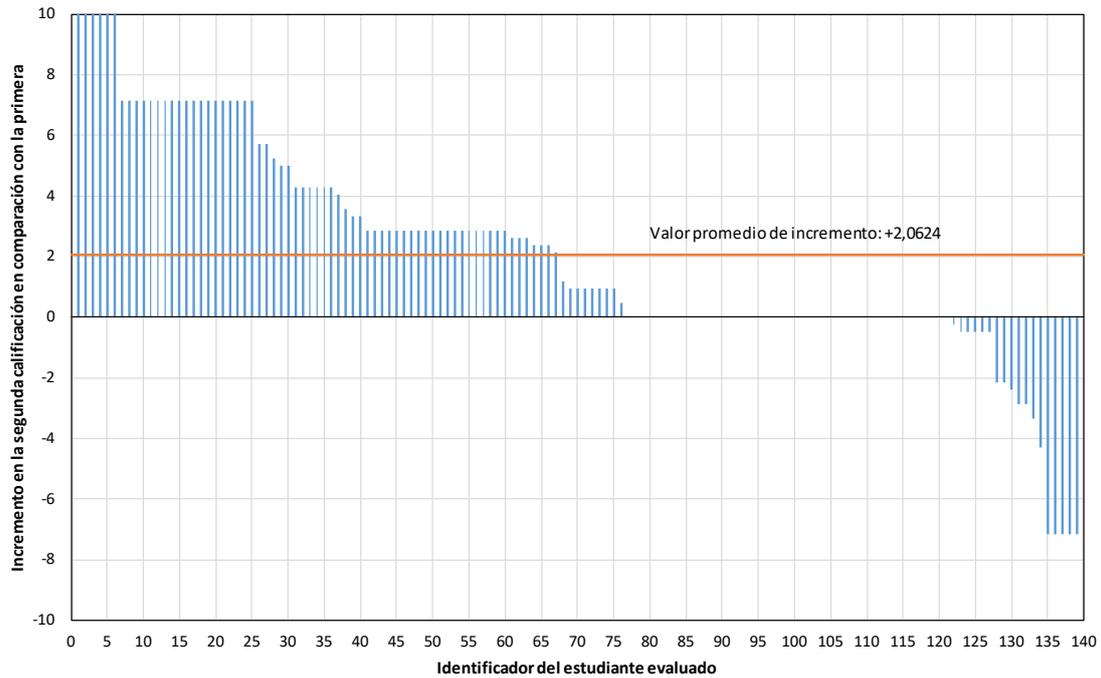
Variable	Kolmogorov-Smirnova (n>30)			Shapiro-Wilk (n<30)		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Antes	0,271	139	0,000	0,768	139	0,000
Después	0,298	139	0,000	0,768	139	0,000

<sup>a</sup> Corrección de la significación de Lilliefors

En la tabla 1 puede observarse que el P-Valor (columna Sig.) es inferior a  $\alpha=0,05$ . Por tanto, se concluye que los datos no provienen de una distribución normal.

Para validar nuevamente esta afirmación se crea una nueva variable denominada Incremento, cuyo valor para cada individuo equivale a la diferencia entre la calificación en el test después de trabajar con el vídeo menos la del test antes de trabajar con el vídeo. En la figura 1 se muestra el valor de la variable Incremento de todos los alumnos analizados ordenados de mayor a menor.

**Figura 1. Incrementos en las calificaciones de los 139 estudiantes del segundo ejercicio con respecto al primero ordenados de mayor a menor**



La tabla 2 muestra los estadísticos descriptivos de la variable Incremento.

En la tabla 2 se puede ver que el incremento medio en las calificaciones del segundo ejercicio respecto de las del primero es de 2,0624 puntos positivos, con una desviación típica de 3,6245. De manera cualitativa ya puede observarse que hay muchos más estudiantes que han mejorado sus calificaciones tras trabajar con el vídeo.

**Tabla 2. Estadísticos descriptivos de la variable Incremento**

Descriptivos		Estadístico	Error típ.
Media		2,0624	0,3074
Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	1,4545	
	Límite superior	2,6702	
Media recortada al 5%		2,1027	
Mediana		0,9524	
Varianza		13,1370	
Desv. típ.		3,6245	
Mínimo		-7,1400	
Máximo		10,0000	
Rango		17,1400	
Amplitud intercuartil		4,2900	
Asimetría		0,0730	
Curtosis		0,3930	0,4080

Aplicando la prueba de Kolmogorov-Smirnov para una muestra a la variable Incremento, los resultados son los que se muestran en la tabla 3.

**Tabla 3. Prueba de Kolmogorov-Smirnov para una muestra**

		<b>Incremento</b>
<b>N</b>		139
<b>Parámetros normales<sup>a</sup></b>	<b>Media</b>	2,0624
	<b>Desviación típica</b>	3,6245
<b>Diferencias más extremas</b>	<b>Absoluta</b>	0,1690
	<b>Positiva</b>	0,1690
	<b>Negativa</b>	-0,1560
<b>Z de Kolmogorov-Smirnov</b>		1,9870
<b>Sig. asintót. (bilateral)</b>		0,0010
<sup>a</sup> La distribución de contraste es la Normal.		

Nuevamente, se concluye que esta variable no corresponde a una distribución normal, puesto que el P-Valor es de 0,001, menor que  $\alpha=0,05$ .

Así pues, se decide plantear un test de hipótesis para comprobar si las notas obtenidas en ambas pruebas son significativamente diferentes mediante la prueba no paramétrica de Wilcoxon. El enunciado de este test de hipótesis es el que sigue:

- P-Valor  $\geq \alpha$  Aceptar H0: Los datos de ambas muestras son homogéneos (no hay diferencias significativas).
- P-Valor  $< \alpha$  Aceptar H1: Los datos de ambas muestras presentan diferencias significativas.

La tabla 4 muestra los resultados de la prueba de los rangos con signo de Wilcoxon y los estadísticos de contraste.

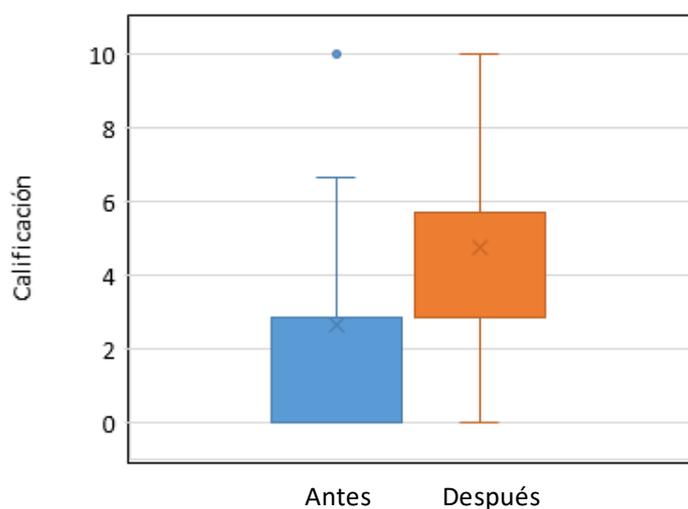
**Tabla 4. Prueba de los rangos con signo de Wilcoxon y estadísticos de contraste**

<b>Rangos</b>				
		<b>N</b>	<b>Rango promedio</b>	<b>Suma de rangos</b>
<b>Después - Antes</b>	<b>Rangos negativos</b>	18 <sup>a</sup>	35,47	638,50
	<b>Rangos positivos</b>	76 <sup>b</sup>	50,35	3.826,50
	<b>Empates</b>	45 <sup>c</sup>		
	<b>Total</b>	139		
<sup>a</sup> Después < Antes				
<sup>b</sup> Después > Antes				
<sup>c</sup> Después = Antes				
<b>Estadísticos de contraste<sup>b</sup></b>				
				<b>Después - Antes</b>
<b>Z</b>				-6,034 <sup>a</sup>
<b>Sig. asintót. (bilateral)</b>				0,000
<sup>a</sup> Basado en los rangos negativos.				
<sup>b</sup> Prueba de los rangos con signo de Wilcoxon				

Como puede observarse, el P-Valor mostrado en la fila llamada “Sig. Asintót. (bilateral)” es inferior al nivel de significancia  $\alpha=0,05$ , por lo que se rechaza la hipótesis nula  $H_0$  y se acepta la Hipótesis alternativa  $H_1$ . Esto implica que se puede aceptar que existe una diferencia entre ambas calificaciones para los alumnos analizados, con un nivel de significancia de  $\alpha=0,05$ .

La figura 2 muestra el gráfico de cajas y bigotes donde se aprecia claramente de manera cualitativa la mejoría producida del primer ejercicio al segundo.

**Figura 2. Gráfico de cajas y bigotes de las calificaciones de los 139 estudiantes en el ejercicio de antes y de después de haber trabajado con el vídeo**



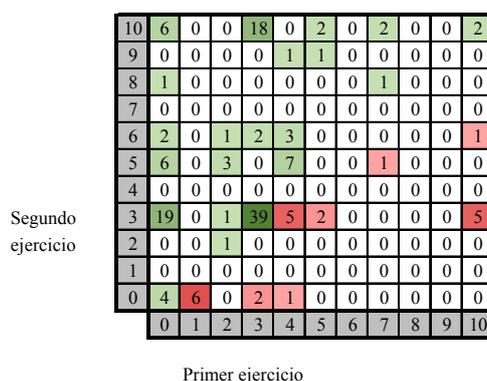
El análisis descriptivo de ambas muestras se puede ver en la tabla 5, donde se aprecia la diferencia existente entre las medias (2,6807 antes de trabajar con el vídeo y 4,7431 después de trabajar con él) con una desviación típica similar (2,41884 antes de trabajar con el vídeo y 3,0765 después de trabajar con él). Esta mejora supone un 76,93%, lo cual resulta ampliamente satisfactorio desde el punto de vista de los equipos docentes implicados en la enseñanza de ambas asignaturas.

Para ilustrar esta mejoría de manera visual, en la figura 3 se muestran todos los alumnos encuestados con sus notas redondeadas hacia arriba (al siguiente número entero). En el eje de abscisas se puede leer la nota del primer ejercicio y en el de ordenadas se puede leer la nota del segundo ejercicio. Las casillas coloreadas en tonos verdes son las situadas sobre la recta  $y=x$  o por encima de ellas (alumnos que no han empeorado su nota). Por otro lado, las casillas coloreadas en tonos rojos son las que quedan por debajo de la recta  $y=x$ , correspondientes a los alumnos que han empeorado sus resultados.

Tabla 5. Estadísticos descriptivos de la variable Incremento

Variable	Descriptivos		Estadístico	Error típ.	
Antes	Media		2,6807	0,2052	
	Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	2,2750		
		Límite superior	3,0864		
	Media recortada al 5%		2,4230		
	Mediana		2,8571		
	Varianza		5,8510		
	Desv. típ.		2,4188		
	Mínimo		0,0000		
	Máximo		10,0000		
	Rango		10,0000		
	Amplitud intercuartil		2,8600		
	Asimetría		1,4130		0,2060
	Curtosis		2,7010		0,4080
Después	Media		4,7431		0,2609
	Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	4,2271		
		Límite superior	5,2590		
	Media recortada al 5%		4,7145		
	Mediana		2,8571		
	Varianza		9,4650		
	Desv. típ.		3,0765		
	Mínimo		0,0000		
	Máximo		10,0000		
	Rango		10,0000		
	Amplitud intercuartil		2,8600		
	Asimetría		0,8170		0,2060
	Curtosis		-0,7000		0,4080

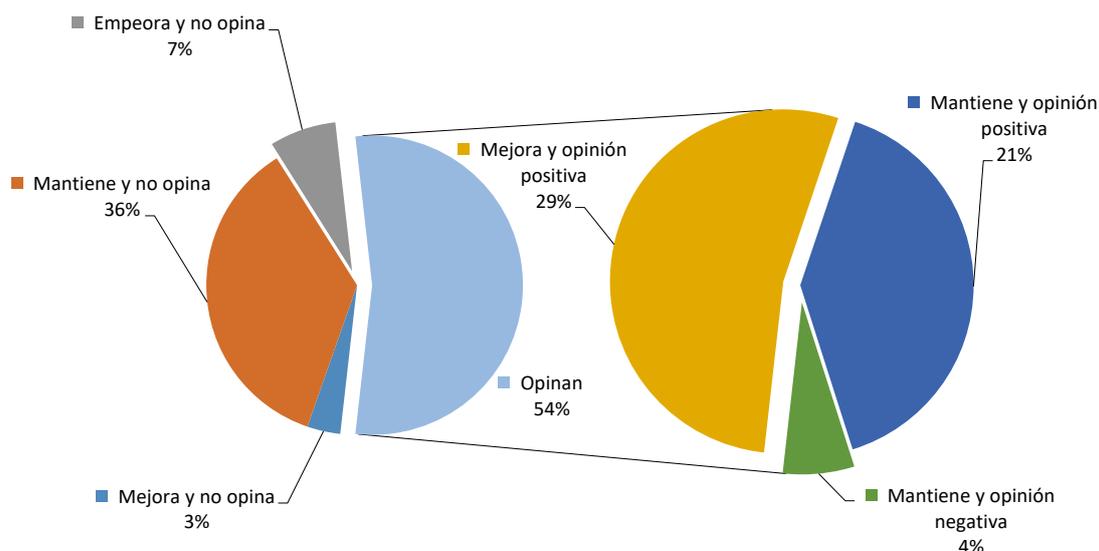
Figura 3. Representación de los estudiantes que han obtenido cada calificación en el primer ejercicio y el segundo ejercicio



Se observa que hay muchos más números en casillas verdes que rojas. Se ve también que los números de casillas verdes suelen ser más grandes. Finalmente se observa que existen algunos números en casillas verdes por la esquina superior izquierda (representando grandes mejoras en las notas de los correspondientes alumnos, mientras que por la esquina inferior derecha hay ausencia de números en casillas rojas, lo que muestra que no hay casos en los que la calificación haya sufrido un gran empeoramiento.

Además de todo lo expuesto, en uno de los grupos (con 28 estudiantes) se ha pasado una pequeña encuesta anónima y voluntaria para comprobar la opinión del alumnado y su nivel de satisfacción con esta experiencia. Los resultados de esta encuesta se muestran en el gráfico de la figura 4.

**Figura 4. Resultados del ejercicio y de las encuestas de opinión en un grupo de 28 estudiantes**



En la figura 4 se observa que han respondido a la encuesta un 54% de estudiantes. De ellos ninguno ha empeorado la nota al realizar el segundo ejercicio tras trabajar con el vídeo. Del total de alumnos de este grupo solo un 7% han empeorado la nota en el segundo ejercicio con respecto al primero. La única opinión negativa ha sido de un alumno que ha obtenido un 10 en la calificación tanto antes como después de trabajar con el material digital, indicando que el vídeo era demasiado escueto, que no justificaba rigurosamente todas las cosas que afirmaba y que explicaba los criterios de signos de una manera que resultaba confusa. El vídeo de esta experiencia dura 10 minutos, por lo que está en el límite superior para poder ser considerado un objeto de aprendizaje. Por ello resulta imposible entrar en mayor profundidad. El resto de estudiantes opinan que el vídeo es muy útil, que resulta muy cómodo verlo al ser corto y enfocado a un número reducido de conceptos clave. Además, repiten con frecuencia que sería de gran interés repetir este tipo de experiencias más veces durante el curso y dejar luego los vídeos entre el conjunto de recursos disponibles. El vídeo de esta experiencia se puede visitar de momento en el siguiente link: <https://media.upv.es/player/?id=18c8f990-1563-11e8-9032-77826e6b3a7e> (Roldán-Blay, 2018).

## Conclusiones

Se ha llevado a cabo un proyecto de innovación y mejora educativa consistente en elaborar materiales didácticos interactivos de calidad en forma de vídeos screencast para mejorar el aprendizaje de algunos conceptos y métodos de la teoría de circuitos eléctricos en grados de ingeniería.

Han participado en la experiencia un total de 139 estudiantes de los grados de GITI y de GIOI.

Realizando unos ejercicios antes y después de trabajar con los materiales desarrollados se ha comprobado que la calificación es aproximadamente un 77% mayor tras hacer uso de estos materiales. La mejora es claramente significativa utilizando la prueba de Wilcoxon con un nivel de significancia del 5%.

Los resultados son muy prometedores, pues en esta asignatura, los tests suelen presentar un porcentaje de aprobados cercano al 30% y esta cifra ha de ser mejorada mediante cambios docentes que supongan mayor implicación de los estudiantes y que, a la vez, puedan ser mantenidos en cursos futuros.

Se están elaborando otros materiales para temas posteriores de la asignatura y se ejecutará un análisis similar. Se espera tener una alta satisfacción del alumnado y unos mejores resultados en la evaluación de la asignatura.

Los materiales desarrollados así como la tarea de los ejercicios previos y los posteriores, formarán parte de los recursos disponibles para los estudiantes en cursos posteriores, lo que se espera que tenga un impacto positivo en la evaluación de la asignatura.

La elaboración de estos vídeos supone un gran trabajo para el profesorado, pero una vez realizado, mejorará los resultados de las calificaciones en los próximos cursos sin ningún trabajo adicional, mejorando la formación del alumnado y facilitando la consecución de los resultados de aprendizaje y las competencias implicadas.

Las encuestas anónimas y voluntarias realizadas a una muestra aleatoria de los estudiantes participantes reflejan una gran satisfacción y un gran interés por la inclusión de este tipo de recursos entre el material didáctico.

## **Agradecimientos**

Los autores agradecen a la Universitat Politècnica de València su apoyo. Además, agradecen al Instituto de Ciencias de la Educación de la misma universidad su ayuda para el desarrollo de este proyecto y a la Comisión de Evaluación y Seguimiento de Proyectos de Innovación y Mejora Educativa y a la Agencia Valenciana de Evaluación y Prospectiva por su evaluación positiva para apoyar la difusión de los resultados de este proyecto.

## **Referencias**

- Ferro Soto, C.A., Martínez Senra, A.I., Otero Neira, M. del C., 2009. Ventajas del uso de las TICs en el proceso de enseñanza-aprendizaje desde la óptica de los docentes universitarios españoles. *Educat. Rev. electrónica Tecnol. Educ.*
- Gimenez-Palomares, F., Monsoriu, J., 2016. Curvas en el espacio: un laboratorio virtual Curves in the space: a virtual laboratory. *Model. Sci. Educ. Learn.* 9, 87–96. doi:10.4995/msel.2016.4523
- Álvarez, B.; González, C. y García, N. (2007). La motivación y los métodos de evaluación como variables fundamentales para estimular el aprendizaje autónomo. *Red U. Revista de Docencia Universitaria*, Número 2. pp 1-12
- UPV, (2015). Plan estratégico UPV 2015-2020. [WWW Document]. URL <http://www.upv.es/contenidos/PLAN2020/> (accessed 5.29.16).
- Roldán-Blay, C., (2018). Simplificación y análisis de circuitos eléctricos en corriente continua (Vídeo screencast). [WWW Document]. URL <https://media.upv.es/player/?id=18c8f990-1563-11e8-9032-77826e6b3a7e> (accessed 3.10.18).
- Roldán-Blay, C.; Pérez-Sánchez, M. (2017). Laboratorio Virtual como Herramienta para Comprender el Funcionamiento de las Líneas de Alta Tensión. *Modelling in Science Education and Learning*, 10(2), 95-106. doi:<https://doi.org/10.4995/msel.2017.5902>

- Llovera Segovia, P.; Simón, J.; Fuster Roig, V. (2015); "Uso de las demostraciones prácticas en las clases de teoría para mejorar el aprendizaje de la Electrotecnia". 23 Congreso universitario de innovación educativa en las enseñanzas técnicas (XXIII CUIEET). Valencia.
- Roldán Porta, C.; Escrivá Escrivá, G.; Roldán Blay, C. (2015). TEORÍA DE CIRCUITOS. ADAPTADO A LOS GRADOS DE INGENIERÍA. Editorial Universitat Politècnica de València. <http://hdl.handle.net/10251/66790>
- Escrivá Escrivá, G.; Roldán Porta, C. (2015). Teoría de circuitos: problemas propuestos. Editorial Universitat Politècnica de València.
- Parrilla Vázquez, Piedad; Gil García, M. D.; Galera, María; Bueno, María. (2017). Diseño de un video tutorial para la mejora del aprendizaje de conceptos y procedimientos difíciles en el Área de Química Analítica. 10.4995/INRED2017.2017.6717.



## La invasión de los garbanzos

Anna Vidal<sup>a</sup>, Francisco J. Boigues<sup>b</sup> y Vicente D. Estruch<sup>c</sup>

GIERMAC (Grup d'Innovació Educativa i Recerca en Matèries Científiques). Universitat Politècnica de València. Campus de Gandia. Departamento de Matemática Aplicada.

<sup>a</sup> avidal@mat.upv.es, <sup>b</sup> fraboipl@mat.upv.es, <sup>c</sup> vdestruc@mat.upv.

---

### **Abstract**

*In this paper we describe a teaching experience based on a contextualized problem in the subject Statistical and Simulation Instruments, present in the second year of the Bachelor's Degree in Environmental Sciences of the Universitat Politècnica de València. In this experience students have used two different simulations to estimate the size of a population: a first manipulative simulation through a simplified model such as a bag of chickpeas and a second computer simulation through Matlab and Excel. We finished the work by providing a methodological proposal adapted to the methodology of Flipped Classroom.*

**Keywords:** Mathematics, simulation, Statistics, Flipped Classroom.

---

### **Resumen**

*En este trabajo describimos una experiencia docente basada en un problema contextualizado en la asignatura Estadística e Instrumentos de Simulación, de segundo curso del Grado en Ciencias Ambientales de la Universitat Politècnica de València. En esta experiencia los estudiantes han utilizado dos simulaciones diferentes para estimar el tamaño de una población: Una primera simulación manipulativa a través del modelo simplificado de una bolsa de garbanzos y una segunda simulación por ordenador, utilizando Matlab y Excel. Finalmente se presenta una propuesta metodológica adaptada a la metodología de Docencia Inversa.*

**Palabras clave:** Matemáticas, simulación, Estadística, Docencia Inversa.

## **Introducción**

En este trabajo, se describe una experiencia docente desarrollada en la asignatura Instrumentos de Estadística y Simulación, de tercer semestre del Grado en Ciencias Ambientales de la Universitat Politècnica de València. Esta asignatura tiene asignados un total de 6 créditos ECTS, de los cuales dos corresponden a diez prácticas informáticas, y de estas dos se dedican a actos de evaluación. Para cada una de las ocho prácticas restantes, el estudiante dispone de un guion a seguir durante la sesión presencial, de dos horas de duración. El temario se estructura en cuatro bloques: Estadística descriptiva; probabilidad, variables aleatorias y generación de números aleatorios; inferencia estadística y simulación de procesos. En este trabajo, también a modo de ejemplo de cómo se desarrollan el resto de las prácticas, se describe la sexta práctica, dedicada a las técnicas de muestreo y remuestreo. Tras una breve introducción a las técnicas básicas de muestreo-remuestreo, se aborda la simulación de dichas técnicas. Finalmente, se obtienen las estimaciones de Licoln-Petersen y de Chapman-Seber para el tamaño de una población. La metodología empleada tiene en cuenta las peculiaridades de una asignatura de Matemáticas y, en particular, de la Estadística, materias en las que es de suma importancia ofrecer una enseñanza realista y contextualizada en el Grado en el que están enmarcadas. Después de buscar un problema contextualizado, como es el de estimar el número de peces de un lago, se realiza una simulación manipulativa, eligiendo como modelo simplificado de la realidad una simple bolsa de garbanzos, calculándose diversas estimaciones para el total de garbanzos de la bolsa. A continuación, se pasa a realizar simulaciones con ordenador.

Al final de este trabajo se presenta una propuesta de aprendizaje basada en la Docencia Inversa, metodología que viene siendo utilizada por los miembros del grupo de innovación GIERMAC, al cual pertenecen los autores.

## **Sobre la educación matemática y la simulación**

Es conveniente que el estudiante aprenda a través de experiencias concretas, iniciando los procesos de enseñanza/aprendizaje de las matemáticas en la exploración y manipulación de diversos materiales, para continuar con la conceptualización y la generalización. Los recursos materiales utilizados son de gran ayuda para el aprendizaje significativo, aumentando la motivación de los estudiantes y favoreciendo los procesos inductivos (Corbarán y Deulofeu 1996). Alsina (2000, pág. 8) recuerda que educar en matemáticas no es transmitir fórmulas y recetas, o explicar simplemente algoritmos, sino que el último reto de las matemáticas sería el de la emotividad, que se sepa transmitir la ilusión por el descubrimiento. Según Freudenthal (1983), creador en los años 60 de la denominada educación matemática realista (EMR), para conseguir una matemática significativa se ha de partir de la experiencia real de los estudiantes, y la mejor forma de aprender matemáticas es haciéndolas, siendo un error el

que los docentes solo transmitan procedimientos acabados. También defiende la contextualización de los problemas puesto que favorecen la motivación y el interés por el contenido de estudio. En relación con la contextualización, la Teoría de la Matemática en el Contexto de las Ciencias (TMCC), surgida en 1982 en el Instituto Nacional de México, tiene como objetivo que el estudiante trabaje, siempre que sea posible, con una matemática contextualizada en las áreas de conocimiento de su titulación o carrera profesional y en actividades de su futura vida laboral y profesional. Todo ello permite apoyar la construcción de conceptos matemáticos en niveles superiores y favorecer el desarrollo de habilidades mentales (Camarena, 1984, 1995).

### **Sobre la importancia de la simulación**

En problemas para los que no exista una formulación matemática analítica que permita resolverlos, o bien aunque exista sea difícil aplicarla, conviene utilizar la simulación o modelización, (Tarifa, 2005). El modelo utilizado puede ser determinista, si no interviene el azar en el mismo, o probabilístico si el azar interviene. Cuando lanzamos una moneda o un dado, diremos de forma informal que se trata de una simulación manipulativa. Las TICs permiten la utilización de la simulación por ordenador en diversos campos de la ciencia y de la ingeniería, tanto la de tipo Monte Carlo como simulaciones continuas asociadas a sistemas modelados por ecuaciones diferenciales o algebraicas en tiempo continuo o las simulaciones de eventos discretos (Mchaney, 1991). En el caso particular de la Estadística, la experiencia muestra que algunos conceptos son complicados de asimilar por los estudiantes, debido a su abstracción (Watts, 1991). Diversos autores defienden la utilidad de la simulación para mejorar los métodos de enseñanza en Estadística. Para ello, por ejemplo, se abordan problemas de cálculo de probabilidades mediante simulación, obteniéndose buenas aproximaciones a los resultados buscados. Peña (1992) describe las posibilidades de la simulación en el estudio de las probabilidades y también en el estudio de las distribuciones. Simon (1994) remarca que la simulación no debe considerarse un simple atajo a los resultados analíticos, sino una metodología alternativa que permite llegar a resultados útiles: obtener estimaciones de los resultados cuando su cálculo es poco intuitivo o cuando la resolución analítica es complicada; visualizar la distribución de los estadísticos muestrales; evitar que los estudiantes se atasquen y se desanimen ante la resolución de problemas complejos de cálculo de probabilidades y permitir comprobar los resultados obtenidos analíticamente. La simulación no es un recurso moderno. En Simon (1997, Capítulo III-1), se hace referencia a un problema con tres dados que varios jugadores propusieron a Galileo, allá por el año 1615. Los teóricos afirmaban que la probabilidad de obtener una suma de 9 o 10, al lanzar los tres dados, era la misma, ya que pensaban que había la misma cantidad de maneras (seis) de obtener esos puntos. Por ejemplo un nueve puede obtenerse con 1-2-6, 1-3-5, 1-4-4, 2-3-4, 2-2-5 y 3-3-3. Pero, en la práctica, los jugadores observaban que era más frecuente

el 10 que el 9. Galileo propuso el denominado espacio muestral de posibles resultados, y lo obtuvo coloreando los tres dados, para diferenciarlos, enumerando cada permutación posible. Los teóricos habían considerado combinaciones en lugar de permutaciones, confirmando Galileo los resultados empíricos y rectificando los resultados de la lógica deductiva.

Simon (1997), al observar el desánimo de sus estudiantes ante la resolución de problemas probabilísticos aplicando formulaciones teóricas, utilizó la simulación de Monte Carlo como alternativa, desarrollando un método revolucionario para la enseñanza de la Estadística. Utilizó el conjunto de datos observados como la mejor aproximación a la realidad o al modelo físico. Este afirma que el uso de técnicas de simulación es preferible a las convencionales cuando el tiempo disponible sea insuficiente. En caso de disponer de tiempo, se utilizaría la simulación inicialmente para, a continuación, introducir los métodos tradicionales y mejorar el razonamiento y entendimiento de los estudiantes respecto a las formulaciones complejas. También puede utilizarse simulación después del método convencional como herramienta alternativa (Simon, Atkinson y Shevokas, 1976).

Batanero (2001) hace referencia a la complejidad de la matemática de la probabilidad, afirmando que la simulación o sustitución de un experimento aleatorio por otro equivalente permite prescindir del aparato matemático y, como recurso didáctico, ayuda a mejorar las intuiciones sobre la aleatoriedad. Recomienda la modelización y simulación de las distribuciones de probabilidad para describir el comportamiento de las distribuciones empíricas de datos estadísticos, y para hacer predicciones sobre su comportamiento. También señala que el aprendizaje de la teoría formal de la Estadística y de la Probabilidad debe ser gradual y apoyarse en experiencias prácticas, alegando que la dificultad de los estudiantes en el razonamiento estadístico se debe a la poca utilización de la simulación.

Con todo ello, en nuestra experiencia, nos hemos basado en la idea de que la simulación puede ser una herramienta eficaz para lograr simplificar el modelo teórico.

### **Buscando un problema contextualizado**

Uno de los problemas contextualizados relacionados con el perfil de nuestros estudiantes del Grado en Ciencias Ambientales, que puede encontrarse tanto en Internet como en diversas publicaciones relacionadas con la divulgación de las matemáticas, es el de estimar el número de peces que hay en un lago o laguna. Mencionamos a continuación algunas de estas publicaciones puesto que representan un material adecuado susceptible de poder utilizarse en la fase individual o no presencial de la metodología de Docencia Inversa, a la que nos referiremos en la sección final de este trabajo.

Adrián Paenza es profesor en la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de Buenos Aires y divulgador en diversos medios de comunicación, programas de televisión y radio. En uno

de sus textos (Paenza, 2005) escribe sobre números, personajes, problemas y curiosidades, y en particular, en la página 132 trata el problema de *Cómo estimar el número de peces en una laguna*. En noviembre de 2006, Paenza escribe sobre el mismo tema en la sección *Contratapa* del diario argentino *Página/12*, que puede visualizarse en <https://www.pagina12.com.ar/diario/contratapa/13-76940-2006-11-29.html>. En 2012 participa en el Plan Nacional de Lectura del Ministerio de Educación de Argentina, con sus aportaciones en la publicación *Invitación a la Lectura de la Matemática 1*, donde trata de nuevo este problema. Juan M.R. Parrondo (2006) también escribe sobre el método de captura-recaptura, aplicado también a la estimación del número de peces de un estanque y a otros problemas como el de estimar el número de heroinómanos en Barcelona o en temas de epidemiología. Por último, citamos el texto de Pere Grima (2011, Capítulo 3, pág. 76-83) sobre *conocer el todo mirando una parte*, donde se trata de nuevo el problema de estimar cuántos peces hay en un lago.

En el siguiente apartado se justifica la importancia de conocer la abundancia o número de individuos de una población y dos estimadores sencillos utilizados en la práctica expuesta.

### ***Estudio de la abundancia de una población***

En diversos campos de la Ecología o de la Biología, conocer la abundancia o número de individuos de una población es de gran importancia, recurriéndose a técnicas de estimación en aquellos casos en los que, o bien la población es elevada o bien es importante la movilidad de los individuos. En muchas poblaciones silvestres explotadas por el hombre, se pueden prescribir niveles de captura permisibles en base al conocimiento del tamaño de la población (Runge et al, 2009), por ejemplo, cuando se precisa conocer cuántos pulgones viven en determinados cultivos para utilizar un pesticida para los áfidos. Para analizar el impacto de la depredación del león en una población de cebras, se precisa conocer el tamaño de ambas poblaciones (Krebs, 1999). El método más utilizado para estimar poblaciones cerradas (sin fenómenos de emigración, inmigración, nacimiento o muerte), tanto de peces como de mamíferos, es el de capturar, marcar y recapturar (CMR), técnica también conocida como de captura-recaptura o de marcado-captura. Este método se basa en capturar y marcar individuos que son devueltos a la población. Tras dejar un tiempo para que se mezclen de forma uniforme, se realiza una nueva captura y se observa cuántos individuos llevan marcas. Hay muchas variaciones de esta técnica, que van desde la marca y recaptura únicas hasta la múltiple captura y recaptura, siendo el método más simple el de marcado y recaptura únicos, que da lugar al índice de Lincoln o el índice de Petersen (Smith, T. y Smith, R., 2007, pág. 203). Esta idea la utilizó por primera vez John Graunt en 1662 para estimar la población en Londres. En Ecología el marcado de peces se usó por primera vez para estudiar los movimientos y la migración de individuos y en 1896 el biólogo pesquero danés C.G.J. Petersen observó que el marcado podía utilizarse para estimar el tamaño de una población y para medir tasas de mortalidad. Lincoln (1930), aprovechando el anillado de

aves acuáticas antes de la temporada de caza y las recuperaciones por parte de los cazadores, usó la marca-recaptura para estimar la abundancia de aves acuáticas en América del Norte. Por otra parte Jackson, en 1933, fue el primer entomólogo en aplicar estos métodos a las poblaciones de insectos (Krebs, 1999). El CMR también fue utilizado por Laplace para estimar la población de Francia a principios del siglo XIX. En Parrondo (2006) se indica que el equipo de Antonia Domingo Salvany, de la Universidad Autónoma de Barcelona, ha estimado el número de heroinómanos en Barcelona mediante estos métodos, que se han aplicado también en la elaboración de censos de diversas enfermedades en el campo de la epidemiología. El CMR parte de que en la población objeto de estudio todos los individuos tienen la misma probabilidad de ser capturados, de que la proporción de individuos marcados respecto a los que no llevan marca permanece constante durante el periodo de estudio, de que los marcados se distribuyen uniformemente en la población, de que las marcas no se pierden y, finalmente, de que la población es cerrada. Entre los estimadores que consideran estas suposiciones, cabe considerar los de Lincoln-Petersen (Lincoln, 1930), Chapman (1954), Schnabel (1983) y Seber (1982). En este trabajo los estudiantes tratarán con los dos primeros estimadores, que se describirán en la siguiente sección.

### ***Algunos estimadores sencillos***

Se desea estimar una población de  $N$  individuos ( $N$  desconocida), de los cuales se capturan y marcan  $M$  que, posteriormente, son liberados. Después de un período de tiempo suficiente para que los animales marcados se mezclen nuevamente con el resto de la población, se vuelve a realizar una segunda captura, o recaptura, de tamaño  $C$ , observándose que en dicha muestra aparecen  $R$  marcados. Es razonable asumir que en la recaptura la proporción de

individuos marcados con respecto a los recapturados,  $\frac{R}{C}$ , es similar a la proporción de individuos marcados en toda la población, es decir,  $\frac{R}{C} \approx \frac{M}{N}$  y por tanto  $N \approx \frac{M \times C}{R}$ . Deno-

tando  $N_{LP} = \frac{M \times C}{R}$ , obtenemos una fórmula para estimar el tamaño de la población,  $N$ . El

valor  $N_{LP}$  es el estimador de *Lincoln-Petersen*. Pero es posible que el número de individuos marcados en la recaptura,  $R$ , sea cero, lo cual impediría obtener una estimación de  $N$ . Por esta razón, Chapman (1951) propuso un estimador, modificando  $N_{LP}$ , denominado estima-

dor *Chapman-Seber*, dado por  $N_{ChS} = \frac{(M + 1) \times (C + 1)}{R + 1} - 1$ , que es insesgado cuando  $M + C \geq N_{ChS}$  y  $R > 7$  (Seber, 1982).

### Metodología utilizada en la experiencia docente y resultados

La distribución hipergeométrica explica perfectamente la probabilidad de obtener  $R=x$  peces marcados en una recaptura de tamaño  $C$ , entre un total de  $N$  peces, de los cuales han sido marcados inicialmente  $M$ . Mediante la Regla de Laplace, y teniendo en cuenta la combinatoria, se obtiene analíticamente que:

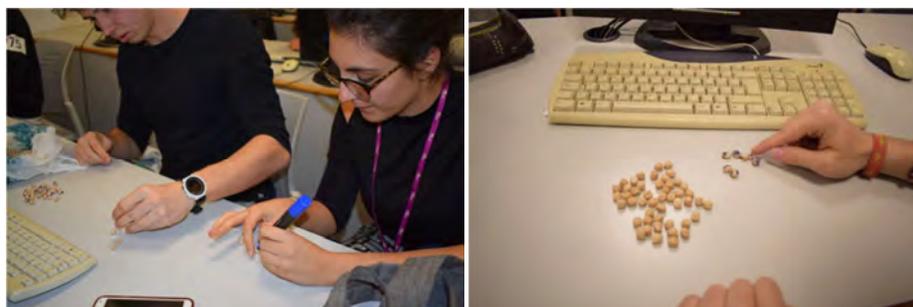
$$P(R = x) = \frac{\binom{M}{x} \binom{N-M}{C-x}}{\binom{N}{C}}.$$

Sin embargo para desarrollar nuestra experiencia adoptamos las ideas de Simon (1997) y de Batanero (2001), utilizando la simulación y el conjunto de datos observados como modelo físico de aproximación a la realidad. Batanero (2001) señala que, aunque es importante que los estudiantes utilicen la simulación manipulativa con apoyo de diversos materiales, como pueden ser monedas, dados, ruletas, etc., el ordenador es el que proporciona una mayor potencia de simulación, de cara a la construcción de modelos y su estudio. A partir del problema de la estimación del número de peces de un lago, el estudiante realiza primero una simulación manipulativa con una bolsa de garbanzos, obteniendo unas primeras estimaciones y poder comparar con datos reales. Seguidamente, en base a una simulación con Matlab y cálculos con Excel, se obtienen nuevas estimaciones para comparar con los datos reales, comprobándose las mejoras obtenidas y la potencia de la simulación con ordenador.

El estudiante está familiarizado con estos dos entornos de cálculo, puesto que en la práctica anterior realizaron simulaciones con Excel y con Matlab. En la simulación manipulativa, los estudiantes utilizaron una bolsa de, aproximadamente, 125 gramos de garbanzos, sabiendo el número exacto de ellos en la bolsa y utilizaron un rotulador grueso para el marcado. La sesión práctica se apoyó en un guion cuyo inicio es la descripción del problema contextualizado de determinar el número total de peces que hay en un lago, análogo al descrito en Grima (2011, pp. 76-83). Posteriormente, se introducen los estimadores de *Lincoln-Petersen* y de *Chapman-Seber*, y la forma de obtener el error relativo correspondiente.

Para facilitar un aprendizaje significativo, es importante que el estudiante aprenda mediante experiencias concretas de exploración y manipulación. Con este objetivo, proponemos a los alumnos la simulación manipulativa, eligiendo como modelo simplificado la bolsa de garbanzos. Los estudiantes se organizaron en grupos y cada grupo aportó un número distinto de garbanzos. Se asignó a cada grupo un número determinado de garbanzos a marcar. En la figura 1, izquierda, pueden observarse algunos estudiantes realizando el marcado de la fase de captura, y en la figura 1, derecha, están realizando el recuento de marcados en la recaptura. Repitieron la recaptura dos veces, obteniendo los dos estimadores y la media, junto con el error relativo, en cada caso.

Figura 1 Simulación manipulativa



En la figura 2 aparecen los resultados de dos de los grupos. Se observa que el azar no siempre ofrece buenos resultados. También puede observarse, en la segunda tabla de la figura 2, que cuando el número de marcados en la recaptura,  $R$ , es pequeño, el estimador de *Lincoln-Petersen* produce un error relativo importante. A la vista de los resultados de todos los grupos, parece evidente que el método de *Chapman-Seber* ofrece mejores resultados, aunque podría pensarse que esto es debido exclusivamente al azar. Por ello, es sugerente responder a la pregunta: ¿Cuál sería el valor estimado más probable para  $N$ ?

Figura 2 Resultados con la simulación manipulativa con dos repeticiones

Nombres y apellidos: César y Miriam							
Valores iniciales							
Nº total individuos	N=	627					
Nº total marcados	M=	54					
Nº recapturados	C=	60					
Estimaciones							
	R=Nº de marcados entre los C		NLP	Error relativo NLP	NCHS	Error relativo NCHS	
Primera vez	6		540	13,9	478,3	23,7	
Segunda vez	4		810	29,2	670	6,9	
		Media NLP=	675	7,7	Media NCHS=	574,1	8,4

Nombres y apellidos: Andrea y Blanca							
Valores iniciales							
Nº total individuos	N=	428					
Nº total marcados	M=	31					
Nº recapturados	C=	44					
Estimaciones							
	R=Nº de marcados entre los C		NLP	Error relativo NLP	NCHS	Error relativo NCHS	
Primera vez	4		341	20,3	287	32,9	
Segunda vez	1		1364	218,7	719	68	
		Media NLP=	852,5	99,2	Media NCHS=	503	17,5

Para ello, se les propone repetir la experiencia de simulación 500 veces, lo cual es inviable con la simulación manipulativa, pero no con la simulación con ordenador. Identificamos los peces mediante un vector cuyas componentes son los enteros de 1 a  $N$ , y supondremos que los  $M$  primeros se corresponden con los individuos marcados inicialmente. En el guion se proporciona a los estudiantes los comandos Matlab, comentados, que serán la base de un *Script* para la simulación:

```
N= input('Tamaño de la población N='); M= input('Número de peces marcados M=');
C= input('Tamaño de la recaptura C='); p= input('Número de simulaciones, p=')
for j =1:p % Repetir p veces la simulación, removiendo la población de peces
A= randperm(N); % Permuta los enteros de 1 a N
R=0; for k=1:C % Recuento de individuos marcados en la segunda muestra
    if A(k)<=M
        R=R+1; %Incremento de R si se detecta un nuevo marcado
    end %Fin recuento de marcados
Simu(j)=R; % Guardar en cada repetición el número de peces marcados R
end %Fin de las repeticiones
table=tabulate(Simu) % Crea una tabla de frecuencias para los valores de R
xlswrite('captura.xlsx',table) % Crea el archivo Excel captura.xlsx de la tabla anterior
```

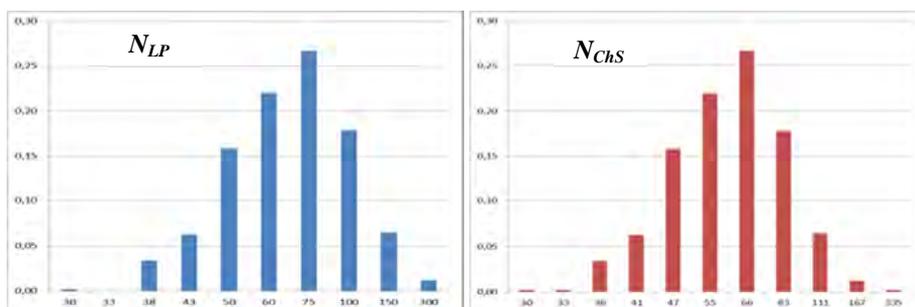
Para unificar los resultados de los grupos, se ejecuta el *Script* con  $N=67$ ,  $M=15$ ,  $C=20$ ,  $p=500$ . Matlab responde con una tabla similar a la Tabla 1, donde la primera columna corresponde a los marcados que se han encontrado en la recaptura, es decir los valores de  $R$ , mientras que la segunda columna indica en cuántas ocasiones, de las 500, se han encontrado  $R$  peces marcados. Así, por ejemplo, las dos primeras filas indican que en una ocasión  $R=0$ , mientras que en 6 ocasiones se ha encontrado sólo un pez marcado, es decir,  $R=1$ . Para analizar los métodos de estimación de Lincoln-Petersen y de Chapman-Seber, y estudiar cuál se comporta mejor a la hora de estimar el tamaño de la población, se utiliza el archivo Excel generado con Matlab, que se completa calculando los estimadores  $N_{LP}$  y  $N_{ChS}$  para cada valor de  $R$ , con su correspondiente tabla de frecuencias absolutas y relativas. Las columnas de  $N_{LP}$  y de  $N_{ChS}$  muestran los posibles valores de dos variables aleatorias, mientras que las columnas de las frecuencias relativas corresponderían a la probabilidad asociada a cada valor de las variables.

**Tabla 1. Tabla de resultados en la simulación Matlab**

Value	Count	Percent
0	1	0,002
1	6	0,012
2	32	0,064
3	89	0,178
4	133	0,266
5	110	0,22
6	79	0,158
7	31	0,062
8	17	0,034
9	1	0,002
10	1	0,002

En la figura 3 se representan las dos distribuciones de probabilidad correspondientes a  $N_{LP}$  y  $N_{Chs}$ . Se obtuvo que, para  $N_{LP}$ , la población estimada más probable (la moda) fue 75, con una probabilidad del 0'27, mientras que el valor esperado (media) fue aproximadamente igual a 76. Para el estimador  $N_{Chs}$ , la población estimada más probable fue 66, con una probabilidad aproximada de 0'27, mientras que el valor esperado (media) fue aproximadamente igual a 66, valores estos últimos más parecidos al real,  $N=67$ .

**Figura 3 Distribuciones empíricas de probabilidad de los dos estimadores**



### Propuesta metodológica adaptada a la Docencia Inversa

Hasta el momento en la asignatura no se ha seguido Docencia Inversa. No obstante, creemos que sería indicado aplicarla y nuestra propuesta es la que se expone a continuación:

**Sesión individual (no presencial):** El estudiante prepara el problema contextualizado a partir de una de las lecturas citadas anteriormente (Adrián Paenza, Juan J.M Parrondo o

Pere Grima), complementada con un video de corta duración con la descripción y utilización de los dos estimadores. Además, realiza la doble simulación manipulativa con garbanzos en casa, de forma que todos los estudiantes partan de los mismos valores de  $N$ ,  $M$ ,  $C$ , y rellenen una tabla común con los valores de  $R$  obtenidos, así como los valores de los dos estimadores. La tabla debe ser enviada al profesor antes de la sesión presencial.

**Sesión grupal (presencial):** Después de aclarar las posibles dudas de los estudiantes y de realizar, en su caso, un feedback sobre el contenido del material, se analizarán los valores obtenidos por los estudiantes en la simulación manipulativa. Se les preguntará cuál sería el mejor estimador, si piensan que los resultados son fiables, completando, finalmente, el análisis en base a la pregunta ¿Qué pasaría si pudiéramos repetir esta simulación, por ejemplo, 500 veces? De este modo daríamos paso a la simulación con ordenador. Utilizando los mismos datos que en la simulación manipulativa, se construirán las tablas de frecuencias absolutas y relativas y los gráficos de las distribuciones empíricas de probabilidad. A continuación se realizaría el análisis de resultados descrito anteriormente. Por último, se compararían los resultados simulados con los que proporciona la distribución hipergeométrica.

## Conclusiones

Hasta el momento en la práctica, y por falta de tiempo, los estudiantes difícilmente llegan a representar las gráficas correspondientes a las distribuciones empíricas de probabilidad. La Docencia Inversa permitiría completar todas las partes de la práctica, pudiéndose realizar un análisis más exhaustivo de los resultados de las estimaciones. Además del valor más probable (moda), del valor esperado y de los errores, pueden obtenerse y estudiarse otros indicadores estadísticos interesantes como los cuartiles, la simetría de la distribución o intervalos de confianza para la población. También comparar las distribuciones empíricas con la hipergeométrica. Otra actividad interesante es proponer que los estudiantes aporten nuevos ejemplos de aplicación de estos estimadores. El título de este trabajo, *La invasión de los garbanzos*, se debe a que, en la realización de la práctica, algunos grupos de estudiantes no tuvieron suficiente cuidado en la manipulación, produciéndose, tanto en el aula como en los pasillos de acceso, una “invasión” de garbanzos. La situación resultó simpática y de ahí el título elegido para este trabajo.

## Referencias

- Alsina, C. (2000). L'entrevista. *Biec*, 31, 8-9.
- Batanero, C. (2001). Aleatoriedad, modelización, simulación. *Actas de las X Jornadas sobre Aprendizaje y Enseñanza de las Matemáticas*, 119-130.
- Camarena, G. P. (1984). *El currículo de las matemáticas en ingeniería*. Memorias de las Mesas redondas sobre definición de líneas de investigación en el IPN. México.

*La invasión de los garbanzos*

- Camarena, G. P. (1995). *La enseñanza de las matemáticas en el contexto de la ingeniería*. Memorias del XXVIII Congreso Nacional Matemática Mexicana. México.
- Chapman, D.G. (1951). Some properties of hypergeometric distribution with applications to zoological sample censuses. *University of California publ. Stat.*, 1 (17), 131-160.
- Chapman, D. G. (1954), The estimation of biological populations. *Ann. math. Statist.*, 25 (1), 1-15.
- Corbarán, F., Deulofeu, J. (1996). Juegos manipulativos en la enseñanza de las matemáticas. *Uno*, 7, 71-80.
- Freudenthal, H. (1983). *Didactical Phenomenology of Mathematical Structures*. Riedel Publishing Company, Dordrecht. The Netherlands.
- Grima, P. (2011) *La certeza absoluta y otras ficciones. El mundo es matemático*. RBA Ed. 144 pp.
- Krebs, C.J. (1999). *Ecological Methodology*. 2nd Edition, Benjamin Cummings. Menlo Park. 620 pp.
- Lincoln, F.C. (1930). Calculating waterfowl abundance on the basis of banding returns. *U.S. Department of Agriculture Circular*, 118, 1-4.
- McHaney, R. (1991). *Computer Simulation. A Practical Perspective*. Academ. Press. San Diego. 314 pp.
- Paenza, A. (2005). *Matemática, ¿estás ahí?. Sobre números, personajes, problemas y curiosidades*. Colección « Ciencia que ladra... ». Siglo XXI Editores. Argentina. 240 pp.
- Parrondo, Juan M.R. (2006). Juegos matemáticos: otras formas de contar. *Investigación y Ciencia N° 358*, 88-89.
- Peña, D. (1992). Reflexiones sobre la enseñanza experimental de la estadística. *Estadística Española*, 34, 469-490.
- Runge, M. C., J. R. Sauer, M. L. Avery, B. F. Blackwell, and M. D. Koneff. (2009). Assessing allowable take of migratory birds. *Journal of Wildlife Management*, 73, 556-565.
- Seber, G.A.F. (1982). *The estimation of animal abundance and related parameters*. MacMillan Press Ed. New York, USA. 654 pp.
- Simon, J.L. (1994). What Some Puzzling Problems Teach About the Theory of Simulation and the Use of Resampling. *The American Statistician*, 48 (4), 290-293.
- Simon, J.L. (1997) The philosophy and practice of resampling statistics, [http://www.juliansimon.com/writings/Resampling\\_Philosophy/](http://www.juliansimon.com/writings/Resampling_Philosophy/), accessed January 7, 2018
- Simon, J. L., Atkinson, D. T. Shevokas, C. (1976). Probability and statistics: Experimental results of a radically different teaching methods. *Mathematical Education*, 733-739.
- Smith, T., Smith, R. (2007). *Ecología*. 6ª ed. Pearson Educación, S.A. Ed. Madrid. 682 pp.
- Schnabel, Z.E. (1983). The estimation of total fish in a lake. *Amm. Math. Mon.*, 45, 348-352.
- Tarifa, E. (2005). *Teoría de Modelos y Simulación. Introducción a la simulación*. En doc. Virtual, <http://www.modeloingenieria.edu.ar/unj/tms/apuntes/cp1.pdf>
- Watts, D.G. (1991). Why is Introductory Statistics Difficult to Learn? And What Can We Do to Make it Easier?. *The American Statistician*, 45 (4), 290-291.



## Evolución del sistema de gestión de prácticas *eTUTOR* entre los años 2010 y 2017

Jorge Rocés García<sup>a</sup>, Rafael Álvarez Cuervo<sup>a</sup>, Jorge Alonso González<sup>b</sup>,  
Elena Duarte Cruz, Enrique Iglesias Martínez<sup>c</sup>

<sup>a</sup>Dpto. Construcción e Ingeniería de Fabricación. Escuela Politécnica de Gijón. rocesjorge@uniovi.es

<sup>b</sup>Dpto. de Ingeniería Eléctrica, Electrónica, Computadores y Sistemas. Escuela Politécnica de Gijón

<sup>c</sup>Dpto. de Psicología de la Educación. Facultad de Psicología

---

### **Abstract**

*Information and communication technologies have been fundamental in the improvement of higher education institutions. This paper presents a successful case of innovation with ICT tools (eCRONOS<sup>®</sup> and eTUTOR), in the freshman year of engineering degrees. The results using eTUTOR have been positive since its implementation, both for teachers and for students. The analysis of the academic data, recorded by this tool (queries, learning rhythms, partial grades...), has made it possible to change the teaching methodology in the classroom, leading to autonomous student learning, that is reflected in an improvement (close to 23%) in their academic results. In the last academic years, new modules have been developed for the eTUTOR system, which correct problems detected in previous experiences and increase the possibilities of improving teaching activity. This ICT tool could be exported to other subjects of technical studies and other educational areas in which computer rooms are used.*

**Keywords:** *ICT development; Self-paced learning; Tutorials; Innovations in education; Computer classrooms*

---

### **Resumen**

*Las tecnologías de la información y comunicación han sido fundamentales en la mejora de las instituciones de educación superior. En este trabajo se presenta un caso de éxito de innovación docente con herramientas TIC (eCRONOS<sup>®</sup> y eTUTOR) para la docencia de una asignatura de primer curso de los grados de*

*ingeniería. Los resultados de la utilización de eTUTOR han sido positivos desde su implantación, tanto para los profesores, como para los estudiantes. El análisis de los datos académicos que registra la herramienta (consultas, ritmos de aprendizaje, calificaciones parciales...) ha permitido modificar la metodología docente en el aula, tornando hacia un aprendizaje autónomo del estudiante, que se refleja en una mejora (cercana al 23%) en sus resultados académicos. En los últimos cursos del estudio se han implementado nuevos módulos al sistema eTUTOR que corrigen problemas detectados en las experiencias previas e incrementan las posibilidades de mejora de la actividad docente. Esta herramienta TIC se podría exportar a otras asignaturas de estudios técnicos y a otros ámbitos educativos donde se utilicen aulas de ordenadores.*

**Palabras clave:** *Desarrollo de TIC; Aprendizaje autorregulado; Tutoriales; Innovación Docente; Aulas de ordenadores*

## **Introducción**

El progresivo avance de las tecnologías de la información y comunicación (TIC), se ha posicionado como una de las fuentes principales de innovación, crecimiento y desarrollo a nivel mundial, lo que trae consigo ventajas competitivas en los sectores que se ha implementado, como en la educación (Dastan, 2011). Actualmente, las TIC se han convertido en la parte central para la mejora en las instituciones de educación superior (Lau y Yuen, 2014), estando su uso en la docencia en auge (Kimmons y Velentsianos, 2014), tanto en la manera de administrar y planificar, como en las funciones sustantivas: docencia, investigación y gestión del conocimiento (Yassin, 2013).

La implementación de componentes tecnológicos en las instituciones es considerada como factor clave para el logro de los objetivos estratégicos y fortalecimiento de la imagen institucional, gracias a la excelencia operacional y prestación de servicios efectivos, eficientes y oportunos que esta presenta (Griffin-Sobel, 2009). Sin embargo, la mayoría de veces la implementación de tales herramientas, no se apoyan en un plan estratégico (PEI) organizado y objetivo, que asegure el buen funcionamiento y proyección de los cambios que se desean propiciar en las universidades (Mancilla, 2012). La planificación estratégica de las TIC ha logrado generar grandes avances y destacados logros en las áreas en las que se han implementado (Arvidsson, 2014), como es el caso de la integración de herramientas informáticas a la pedagogía de aula. En esta línea, este artículo pretende mostrar el efecto de la incorporación planificada de una herramienta TIC, en el aula universitaria, y observar su efecto a lo largo de los años en la optimización del aprendizaje académico de los estudiantes y mejora de la docencia, al facilitar las necesarias tareas del profesor en su labor docente cotidiana.

El software “*eCRONOS*®” se implementó en año 2009 en un aula de prácticas de la universidad, siendo en un inicio un sistema de gestión ecuánime de consultas que permitía conocer el número de consultas de los estudiantes en las sesiones prácticas, junto a los tiempos de espera para ser atendidos y los tiempos de resolución de la consulta (Rocés et als, 2012). Posteriormente, con el comienzo de la implantación del Espacio Europeo de Educación Superior (EEES) en la universidad, se desarrolló un nuevo sistema de gestión documental que integraba el sistema de gestión de consultas, con las correcciones de los errores que se habían detectado tras el transcurso de las diferentes sesiones e interacción de los alumnos con el software. La nueva herramienta – denominada “*eTUTOR*”- permite mejorar las tareas docentes en el aula y la comunicación entre estudiantes y profesor. Además, tras el primer año de recopilación de datos sobre la manera de actuar de los estudiantes en las sesiones prácticas, se pudo establecer una serie de parámetros de actuación para la mejora de la actividad docente y de los resultados de aprendizaje de los estudiantes. Estos parámetros nos permitieron responder a una serie de cuestiones: ¿sería posible automatizar la resolución de las dudas más comunes de los alumnos?, ¿se podría centrar la labor del profesor en la resolución de las dudas más complejas?, ¿cómo afecta a los resultados académicos y al grado de satisfacción dicho aporte tecnológico al estudiante?, la respuesta a estas preguntas pretendía implicar a profesores y estudiantes, y demanda por parte del docente, futuras tareas de identificación de problemas, planificación de acciones y un uso del feedback de manera constante, en la línea de estudios como el de Deborah y Schnellert (2012), que observaban la necesidad del cumplimiento de estas variables como mejora del aprendizaje en el estudiante actual.

Por otro lado, en las enseñanzas universitarias, se deben educar y formar profesionales que van a convivir en su mayoría –en su día a día laboral- con la tecnología informática como herramienta de trabajo, por lo que el desarrollo de competencias profesionales resulta necesario (Cataldi, Lage y Cabero 2010). Estas cuestiones no se reflejan en la programación de los planes de estudios, ni la importancia del manejo de la informática. Con el uso de herramientas como *eCRONOS*® o *eTUTOR* durante el proceso de enseñanza-aprendizaje, se colabora igualmente a potenciar competencias futuras de uso de la tecnología informática, con el ejemplo y con la concienciación de su importancia a través del docente.

## **Metodología**

El modelo de acción pedagógica empleado en nuestras sesiones docentes se engloba dentro de un marco de aprendizaje autodirigido, basado en tutoriales, la programación de contenidos, el feedback entre el docente y el alumno y en la corrección de los ejercicios prácticos finalizados. Una característica esencial de los alumnos que logran éxito en este escenario, es su capacidad para regular autónomamente su propio aprendizaje (Núñez et als, 2006), favoreciendo tanto sus resultados académicos como sus capacidades de continuar aprendiendo fuera de contextos estructurados formales. A esta capacidad se le ha denominado aprendizaje autodirigido (Parra

et als, 2010). Con este tipo de aprendizaje y el conocimiento de lo sucedido realmente en el aula, al profesor puede modificar la metodología y corregir posibles errores en la programación de los contenidos.

Toda la investigación docente relacionada con *eCRONOS*<sup>®</sup> y *eTUTOR* se ha realizado en un aula universitaria, el Aula FLUOR<sup>®</sup> de CAD (figura 1), que cuenta con 26 puestos de trabajo, un puesto del profesor y un servidor de archivos, conectados mediante una red ethernet. Este equipamiento se encuentra en la mayoría de las aulas informáticas de las universidades. Los grupos de estudio del presente trabajo pertenecen a la asignatura Expresión Gráfica, *EG*, de primer año de carrera de los grados de ingeniería, desde el 2010 al 2017, que realizaron prácticas de dos horas de duración, utilizando el programa de dibujo *Autodesk*<sup>®</sup> *AutoCAD*. Habiendo participado en el estudio un total de 760 alumnos.

**Figura 1 Aula FLUOR<sup>®</sup> de CAD**



### **Sistemas *eCRONOS*<sup>®</sup> y *eTUTOR***

En la actualidad trabajamos en el aula con la última versión *eCRONOS*<sup>®</sup>, que nos permite gestionar colas de consultas en el aula y contabilizar los tiempos de espera y de atención de cada alumno (Roces et als, 2012). La experiencia adquirida con este sistema durante el primer año, animó al equipo docente a desarrollar nuevas herramientas TIC. Con la intención de seguir mejorando las tareas docentes, se diseñó una nueva herramienta de apoyo en el aula, *eTUTOR*.

El sistema *eTUTOR* es un programa informático de gestión de prácticas, que guía a los estudiantes en las tareas que deben realizar durante las sesiones en el aula. El sistema toma el control, automáticamente, al iniciar una sesión en el puesto de trabajo del estudiante, pidiendo que éste introduzca su número identificativo y contraseña. Al comienzo, el programa informa al estudiante sobre el estado de su expediente de prácticas, qué prácticas debe realizar en la sesión actual, de cuánto tiempo dispone para realizarlas y de sus calificaciones parciales. Una vez comenzada una

práctica, el sistema guía al estudiante en la realización de la primera parte de la misma –en la que se emplean nuevos conceptos y/o habilidades–, dejando el control al estudiante en la segunda parte, produciéndose un marco de aprendizaje autodirigido por parte del alumno.

La presentación de las tareas a realizar en la práctica y de los tutoriales para realizarla, se basa en páginas en secuencia, que contienen unidades de trabajo (figura 2). Así, la primera página contiene el enunciado de la práctica, la segunda una descripción general de los conceptos a tratar en la práctica y la tercera y sucesivas contienen los pasos de realización de la práctica (cada página un paso, con la descripción de la tarea y cómo llevarla a cabo). En la segunda parte de la práctica, las páginas sólo contienen las tareas a realizar y el estudiante debe resolver el ejercicio aplicando, los conocimientos y habilidades adquiridos en otras sesiones y los conceptos aprendidos en la primera parte de la práctica.

Figura 2 Presentación de una página en eTUTOR



Además, *eTUTOR* dispone de un módulo de ayuda para que el estudiante busque la solución a los problemas que surjan en la realización de la práctica. Este módulo es fundamental en la investigación docente realizada. Se incorporó un sistema de ayuda sobre conceptos generales –teóricos y prácticos–, que el estudiante ya debería conocer pero que puede consultar para afianzar sus conocimientos. También se añadieron partes del sistema de ayuda, denominada ayuda específica, que complementa el aprendizaje de los nuevos conceptos que se adquieren en la sesión práctica correspondiente de forma tutorada.

La ayuda de *eTUTOR* consta de tres niveles de jerarquía. El primer nivel presenta los temas generales teóricos y prácticos de la asignatura. El segundo nivel desglosa cada uno de los temas anteriores para obligar al estudiante a discernir en su búsqueda. Por último, el tercer nivel, contiene la información sobre el tema teórico o práctico elegido (figura 3).

Figura 3 Ayuda en eTUTOR

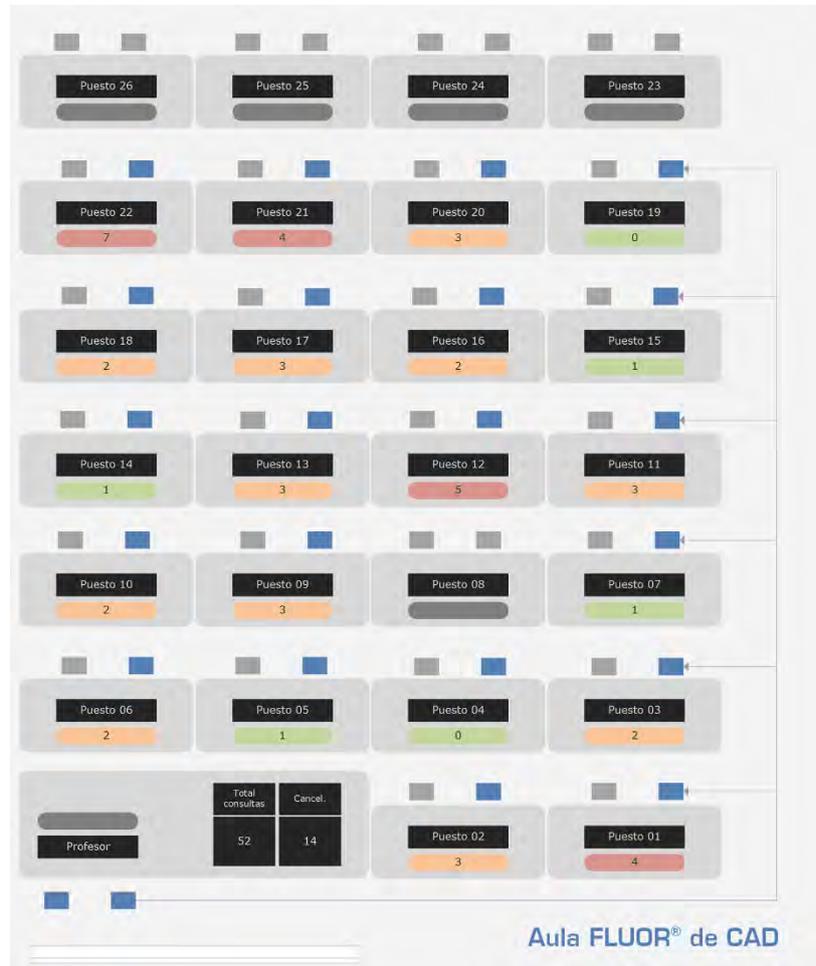


En cualquier momento, si el estudiante lo necesita, puede acceder a la ayuda general o específica de eTUTOR, para resolver una duda o problema en la realización de la práctica. Si esta ayuda del programa no fuera suficiente, tiene la posibilidad de reclamar la presencia del profesor, mediante el módulo de gestión de consultas (eCRONOS®). Una vez solicitada la ayuda del profesor, el estudiante puede continuar su búsqueda en la ayuda o intentar resolver el problema hasta que sea atendido por el profesor. Si el estudiante resuelve el problema antes de la llegada del profesor, puede cancelar la solicitud de ayuda y continuar con su trabajo.

El sistema eTUTOR tiene un registro del avance de cada estudiante, que guarda las páginas consultadas, el tiempo empleado en cada página, la búsqueda de ayuda sobre un determinado concepto y/o habilidad y las peticiones de ayuda al profesor (con los tiempos asociados de espera y atención del estudiante). El proceso de toda esta información hace posible una serie de estudios estadísticos de los ritmos de aprendizaje y de las calificaciones en función del número de consultas realizadas a la ayuda del sistema y al profesor, que permite un feedback y una mejora dentro del proceso de aprendizaje.

Un módulo del sistema realiza el proceso, en tiempo real, de parte de los datos de los registros de avance de los estudiantes, y muestra al profesor en la pantalla de su ordenador la situación por puesto de trabajo y por unidad temporal (sesión, tema o curso). Esta función, denominada Mapa de Densidades del Aula, MDA, permite al docente visualizar qué estudiantes están teniendo más dificultades en la realización de sus prácticas y, así, centrar la atención en ellos para que no se descuelguen en el aprendizaje continuado (figura 4).

Figura 4 MDA durante una sesión de prácticas en el aula



En el tercer curso del presente estudio se incorporó un nuevo módulo al sistema *eTUTOR* que muestra las calificaciones durante la evaluación continua (figura 5). Así, el estudiante puede comprobar su progreso en la asignatura antes de comenzar y al acabar cada práctica en el aula. Junto a su calificación, aparecen tres barras de progreso para comparar con la calificación máxima posible, hasta la fecha, y la calificación media de todos los estudiantes de la asignatura. También se incorporó un módulo de evaluación automática al sistema *eTUTOR*. Esta herramienta realiza una corrección en pocos segundos de los ejercicios que los estudiantes realizan en las prácticas. Una vez finalizado el trabajo con AutoCAD®, el estudiante envía el archivo al servidor, que es evaluado por un programa de forma automática, comparando cada entidad del dibujo enviado con un modelo correcto y devolviendo una calificación al sistema *eTUTOR*, que el estudiante puede visualizar en su monitor.

Figura 5 Panel de calificaciones de eTUTOR

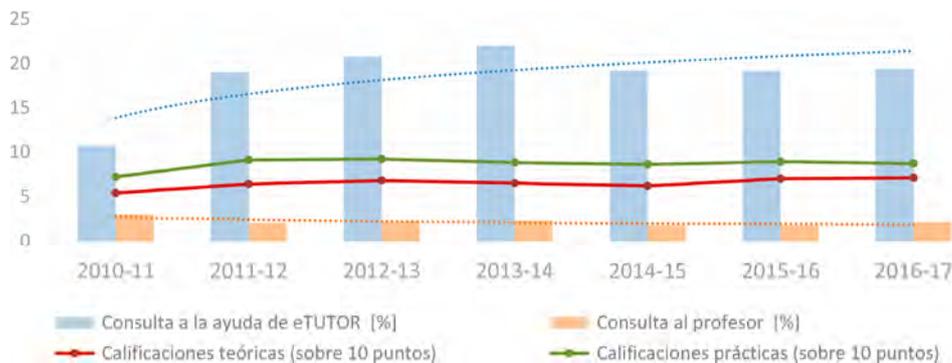


Para comprobar el grado de aceptación del nuevo sistema implementado en el aula, se realizó una encuesta a los estudiantes de diez preguntas relacionadas con las prácticas de la asignatura y eTUTOR. Con ella, hemos podido evaluar la interactividad del sistema, la calidad de los contenidos –tanto de los tutoriales, como de la ayuda-, el grado de compatibilidad con el resto de la asignatura, la satisfacción general y la aceptación por parte de los estudiantes, entre otros.

### Resultados

En el desarrollo del sistema combinado eTUTOR y eCRONOS® los autores pretendían mejorar la gestión documental de las prácticas, incorporando la gestión de consultas utilizada en cursos anteriores. Las nuevas funcionalidades del sistema de gestión de prácticas, consiguieron el objetivo propuesto y permitieron recopilar nuevos datos sobre las dinámicas docentes en las sesiones.

Figura 6 Tiempos empleados en las sesiones y calificaciones por curso académico



Durante el primer curso de estudio (2010-11), los estudiantes utilizaron el sistema de ayuda de *eTUTOR* una media de 12,6 minutos, lo que supone un 10,6% del tiempo total de trabajo en la sesión. En cuanto a las solicitudes de atención por parte del profesor, se realizaron 56 consultas de media en cada sesión práctica. Un alto porcentaje de las consultas de los estudiantes, cercano al 64%, se relacionan directamente con dudas sobre el manejo de las órdenes del programa informático (AutoCAD®) con el que se realizan las prácticas: ¿cómo acceder a una orden del programa? o ¿cómo se maneja una orden? Este tipo de cuestiones, que denominamos Cuestiones Rápidas (CR), se resuelven con gran agilidad. El tiempo medio de atención en este tipo de consultas fue de 23 segundos.

Estos datos sugirieron un replanteamiento del funcionamiento del módulo de ayuda de *eTUTOR* y de la metodología de atención a los estudiantes por parte del profesor. La mayoría de las CR, deberían resolverse de forma autónoma con el sistema de ayuda. Con la finalidad de evitar que los estudiantes solicitaran la atención del profesor ante cualquier tipo de problema o duda -sin dedicar el tiempo suficiente a intentar resolverlo de forma autónoma, en los siguientes cursos del estudio se modificó la metodología de atención a los estudiantes. Desde entonces, para solicitar la atención por parte del profesor, los estudiantes están obligados a buscar y visualizar –en el momento de la solicitud- una página de ayuda de tercer nivel directamente relacionada con la consulta a realizar. De esta manera, hasta que el estudiante no encuentra la ayuda del sistema *eTUTOR*, relacionada con su consulta, la lee y la intenta comprender, el docente no realiza la atención al estudiante. Si el estudiante mantiene su duda y requiere la atención del profesor, en el momento de iniciar la consulta, el docente debe pulsar una tecla para que *eTUTOR* muestre en la pantalla del estudiante la página de ayuda desde la que solicitó dicha consulta. Esto permite al profesor evaluar la calidad de su búsqueda y determinar si es preciso que el proceso de búsqueda deba repetirse. Los estudiantes que resuelven sus problemas de forma autónoma con la ayuda de *eTUTOR*, reciben un incremento en la calificación final de la práctica, incentivando así el esfuerzo y el autoaprendizaje.

Los resultados estadísticos de consultas realizadas al sistema de ayuda y al profesor cambiaron notablemente con la modificación de la metodología de atención del profesor. El tiempo de consulta al sistema de ayuda de *eTUTOR* se incrementó en un 72%, dedicando aproximadamente 22 minutos por cada sesión, un 18,3% del tiempo total de trabajo. El número de atenciones por parte del docente disminuyó un 32,1% y el número de CR disminuyó un 50%. Estos datos están correlacionados con una mejora del aprendizaje de los estudiantes, reflejada en el aumento de sus calificaciones, tanto en la parte práctica de estas sesiones, como en las calificaciones finales.

Desde el curso 2012-13 hasta la actualidad, hemos incorporado al sistema de gestión de prácticas dos nuevos módulos: la evaluación automática de ejercicios de *AutoCAD*® y la visualización de calificaciones por parte de los estudiantes. Esto ha permitido mejorar notablemente la labor docente de los profesores y ha incrementado la satisfacción global de los

estudiantes. La evaluación automática de la mayor parte de los ejercicios realizados en el aula, liberó un valioso tiempo de los profesores, que dedicaron a la gestión de un trabajo grupal complementario de la asignatura. En el trabajo, los estudiantes utilizan los conocimientos y habilidades adquiridas en las prácticas, lo que afianza su aprendizaje. Además, el tiempo docente destinado a la corrección durante las prácticas se sustituyó por un mayor seguimiento de los estudiantes con mayores problemas en la realización de las prácticas. El panel de calificaciones mejoró la interpretación de la evaluación continua de la asignatura. Ahora, los estudiantes conocen, en tiempo real, sus calificaciones de prácticas y su progreso a lo largo del curso, gestionar su estudio y el autoaprendizaje. Estas dos incorporaciones no produjeron modificaciones notables en las distribuciones de tiempos de manejo de *AutoCAD*<sup>®</sup>, consulta de la ayuda o consulta al profesor, respecto al curso 2011-12.

En la evaluación del sistema y de la metodología por parte de los estudiantes, realizada con una encuesta de 10 preguntas relacionadas con los módulos de *eTUTOR* (presentación de contenidos, ayuda, solicitud de atención del profesor,...) se obtuvieron los siguientes resultados: en el primer curso de estudio se obtuvo una valoración general por parte de los estudiantes de 8,2 puntos sobre 10, mientras que en el segundo curso la valoración general disminuyó a 7,6 puntos sobre 10. La variación entre cursos se debió, fundamentalmente, a la valoración de la metodología empleada en las atenciones por parte del docente. A partir del tercer curso, la valoración media de todos los cursos hasta el año 2017 ha sido 8,3, produciéndose pequeñas variaciones en los distintos cursos académicos.

## **Discusión**

La incorporación de aplicaciones basadas en las nuevas tecnologías en procesos formativos, implica añadir nuevos estilos de comunicación, roles, formas de intervención, escenarios y un abanico amplio de actividades, que, a su vez, requieren cumplir una serie de desafíos educativos; por lo tanto, es necesario que las universidades como institución y los docentes de forma individual o colectiva asuman los retos que estas herramientas representan dentro de planteamientos integradores, que busquen crear mejores espacios educativos para el intercambio y la actividad formativa (De la Hoz, Acevedo y Torres, 2015).

La implementación del sistema *eTUTOR* en el aula sustituye el modelo de acción pedagógica tradicional de clase práctica, incorporando un estímulo de autoaprendizaje en el estudiante y de feedback constante que mejora el proceso educativo. Además, la metodología empleada con la ayuda de *eTUTOR*, hace posible que el profesor se centre en la resolución de las dudas más complejas y en la motivación del estudiante durante la sesión de prácticas. Gracias al módulo de visualización en tiempo real de sistema, el docente puede ajustar la unidad de tiempo en los parámetros del sistema, para visualizar el número de consultas por sesión, por unidad didáctica o por curso académico. De esta manera, el sistema identifica rápidamente los estudiantes que

tienen o han tenido una mayor dificultad en la realización de las prácticas de la asignatura. Esto, junto a que el profesor dispone de más tiempo para desarrollar su labor docente, permite realizar un seguimiento más exhaustivo de los alumnos con problemas, fomentando la atención personalizada e individualizada acorde a las necesidades del alumno. Por tanto, la utilización de sistemas de enseñanza-aprendizaje autónomos basados en el uso de tutoriales como el presentado en este trabajo, que puedan ser consultados por el alumnado en todo momento, permite una ventaja competitiva para trabajar en forma colaborativa, que favorece la motivación y el interés de los estudiantes en el momento de buscar estrategias que beneficien su aprendizaje (Kimmons y Veletsianos, 2014).

Las valoraciones de los estudiantes de *eTUTOR* y de la metodología empleada en los dos primeros años podría indicar un mal funcionamiento de todo el sistema implementado. Sin embargo, los resultados académicos han mejorado notablemente. Además, los módulos implementados en el tercer año, han mejorado la visión de todo el sistema por parte de los estudiantes. La aplicación de los métodos de evaluación continua en el *EEES* en una asignatura con tanto contenido práctico resulta complicada, por el volumen y la gestión de calificaciones que debe realizarse. Esta complejidad afecta al estudiante que, en ocasiones, se ve desbordado y desincentivado, al no conocer claramente su progreso de aprendizaje. El sistema *eTUTOR* gestiona información del estudiante durante las prácticas, lo que nos permite un feedback continuo. Por ello, se ha implementado un módulo de calificaciones, junto con un sistema de evaluación automática de ejercicios de dibujo técnico basados en *AutoCAD*<sup>®</sup>, con el fin de lograr una optimización de la herramienta, así como de mejora dentro del proceso enseñanza-aprendizaje.

Una vez que el estudiante sea capaz de manejar con soltura la herramienta objeto de las prácticas –*AutoCAD*<sup>®</sup> en el caso de estudio–, será posible su utilización para la resolución de problemas complejos de ingeniería donde tengan libertad para establecer los pasos a seguir en dicha resolución y potenciar, así, la autonomía y la toma de decisiones.

## Conclusiones

La incorporación de nuevas tecnologías en la docencia no siempre implica una mejora de los resultados académicos. A veces, tan solo facilita o simplifica las labores docentes dentro o fuera del aula. Incluso puede suceder que una innovación docente no llegue a suponer lo que inicialmente se espera de ella, empeorando los resultados de aprendizaje. Sin embargo, en el caso de estudio presentado en este artículo, la incorporación del sistema *eTUTOR* en el *Aula FLUOR*<sup>®</sup> de CAD ha supuesto una mejora notable del aprendizaje de los estudiantes, a la vez que ha facilitado al profesor de las tareas que comúnmente realizaba. De esta manera, *eTUTOR* permite avanzar en el conocimiento de las dinámicas docentes en las sesiones prácticas y reenfoca la labor docente en el aula hacia modelos de aprendizaje autónomo de los estudiantes.

Por todo ello, se hace necesario seguir profundizando en futuras líneas de investigación, que nos permitan ampliar el conocimiento sobre el aprendizaje y las diferencias individuales del estudiante, con estudios que analicen los múltiples datos que nos proporciona una herramienta como *eTUTOR* (número de preguntas, ritmos de aprendizaje, calificaciones en función del número de consultas realizadas a la ayuda del sistema y al profesor...) con variables individuales del propio estudiante, como el estilo de aprendizaje, ciertas características de personalidad, valor de tarea, creencias de control, tipo de motivación, autoeficacia, ansiedad hacia la práctica o pensamiento crítico entre otras.

## **Referencias**

- Arvidsson V.H. (2014) Information systems use as strategy practice: A multi-dimensional view of strategic information system implementation and use. *The Journal of Strategic Information Systems*, 23(1), 45-61.
- Cataldi Z., Lage F., Cabero, J. (2010) La promoción de competencias en el trabajo grupal con base en tecnologías informáticas y sus implicancias didácticas. *PixelBit. Revista de Medios y Educación*, 37, 209-224.
- Dastan D. (2011). The effects of information technology supported education on strategic decision making: An empirical study. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 24, 1134-1142.
- De la Hoz L.P., Acevedo D., Torres J. (2015) Uso de redes sociales en el proceso de enseñanza y aprendizaje por los estudiantes y profesores de la Universidad Antonio Nariño, sede Cartagena. *Formación Universitaria*, 8(4), 77-84.
- Deborah L.B., Schnellert L. (2012) Collaborative Inquiry in Teacher Professional Development. *Teaching and Teacher Education*, 28(8), 1206-1220.
- Griffin-Sobel J. P (2009) The ENTREE model for integrating technologically rich learning strategies in a school of nursing. *Clinical Simulation in Nursing*, 5(2), 73-78.
- Kimmons R., Veletsianos G. (2014) The fragmented educator 2.0: Social networking sites, acceptable identity fragments, and the identity constellation. *Computers and Education*, 72, 292-301.
- Mancilla, A. (2012) Planes estratégicos integrales para la incorporación y uso de TIC: claves para administrar el cambio. *Razón y palabra*, 79, 30-14.
- Núñez J.C., Solano P., González-Pienda J., Rosario P. (2006) Evaluación de los procesos de autorregulación mediante autoinforme. *Psicothema*, 18, 353-8.
- Lau W., Yuen A.H. (2014) Developing and validating of a perceived ICT literacy scale for junior secondary school students: Pedagogical and educational contributions. *Computers and Education*, 78, 1-9.
- Parra P., Pérez C., Ortíz L., Fasce E. (2010) El aprendizaje autodirigido en el contexto de la educación médica. *Rev Educ Cienc Salud*, 7, 146-51.
- Roces J., Álvarez R., Alonso J., García L. (2012) Sistema Automático de Gestión de Consultas en Aulas Informatizadas. *Dyna Ingeniería e Industria*, 87, 445-455
- Yassin, F. S. (2013), The influence of organizational factors on knowledge sharing using ICT among teachers. *Procedia Technology*, 11, 272-280.



## Implementación de juegos educativos en la enseñanza de química en los grados de ingeniería

Yoana Fernández Pulido<sup>a</sup>, Víctor Manuel García Fernández<sup>b</sup>,

<sup>a</sup>Departamento de ingeniería eléctrica, electrónica, de computación y sistemas ([fernandezyoana@uniovi.es](mailto:fernandezyoana@uniovi.es))

<sup>b</sup>Departamento de química física y Analítica ([victorg@uniovi.es](mailto:victorg@uniovi.es))

---

**Abstract** *In this work, has been described the implementation of educational games in the field of chemistry teaching, in the Industrial Engineering Degree. The objective of this activity is to motivate the students during all the subject, achieving a mayor percent of attended in the classes, and the students to pay attention in the classes, and like this, they could be competitive in the play, due to if they are the best in this activity they achieve an increment in this final qualification.*

*We consider the stimulus of being able to improve his quantifications, and the competitiveness generates by the play, are two reasons to encourage the students, and with this, we are going to achieve the students acquires with more interest the taught knowledge.*

*Analysing the results of qualifications, we have been valued positively the activity and we are going to consider the possibility of carrying out a similar activity in other signatures..*

**Keywords:** *quimitest, chemistyr, competitiveness, motivation.*

---

### **Resumen**

*En este trabajo se describe la implementación de juegos educativos en el ámbito de la enseñanza de química en los grados en ingeniería industrial. Con la actividad buscamos motivar a los alumnos durante toda la asignatura, consiguiendo un mayor porcentaje de asistencia a las clases y que presten mayor atención en el aula para poder ser competitivos en el juego, ya que el lograr ser el mejor en esta actividad les permitirá un aumento en la nota de la asignatura.*

*Estimamos que el estímulo de poder mejorar su nota, así como la competitividad generada por el juego, incentivará a los alumnos, y con ello lograremos que adquieran con más interés los conocimientos impartidos.*

*Analizando los resultados de las notas se ha valorado positivamente la actividad y consideraremos la posibilidad de implantar una actividad similar en otras asignaturas.*

**Palabras clave:** *quimitec, química, competitividad, motivación*

## **Introducción**

La enseñanza de una asignatura general de química en un ámbito universitario y más concretamente en los grados de ingeniería, presenta una gran complejidad, por una parte en cuanto al aprendizaje de la materia por parte de los alumnos, y por otra parte y más especialmente, debido a que la mayoría no elegirá química como su especialidad de estudio, lo cual merma su atención en dicha asignatura.

Debido a estos motivos las estrategias pedagógicas para abordar la enseñanza de esta asignatura se hacen muy necesarias. Es importante plantear alternativas al método clásico de enseñanza que consiste exclusivamente en la impartición de clases magistrales por parte del profesor. Con lo que esta asignatura resulta idónea para la aplicación de una actividad de innovación docente.

En este sentido, lo que se busca es motivar a los alumnos para que se interesen por la asignatura, y lograr que mediante una mayor asistencia a las clases y una mayor atención a las explicaciones adquieran los conocimientos necesarios.

Para resultar atractiva a los alumnos, debemos diseñar una actividad que propiamente resulte entretenida y estimulante y que además les permita obtener una recompensa por su participación. Así pues, hemos diseñado un juego que además de estimular su competitividad y proporcionarles diversión, les premia con una recompensa según sus resultados. Esa recompensa será un aumento en la nota final de la asignatura.

La aplicación de esta actividad ofrece un valor añadido, ya que permite a los estudiantes fomentar la comunicación entre ellos y la actitud colaborativa a la vez que adquieren nuevos conocimientos.

## **Trabajos Relacionados**

La implementación de juegos en la enseñanza se engloba dentro del término gamificación, que puede definirse como el uso de técnicas basadas en juegos en entornos no recreativos con objeto de promover la motivación, la concentración, el esfuerzo, la fidelización y en general todos valores positivos comunes a todos los juegos.

Los aportes sobre el término ludificación están bien estudiados en los artículos de Derding y otros: "Gamification: Towards a Definition" publicado en 2011, Llagostera y otros: "On Gamification and Persuasion" de 2012 y Werbach y otros: "(Re) Defining Gamification: A Process Approach" de 2014.

Existen numerosos trabajos relacionados con la gamificación, si bien es verdad que la mayoría de ellos se enmarcan en el entorno de la educación infantil, o de la educación primaria. Aunque cada vez más, están apareciendo nuevos trabajos que analizan la aplicación de técnicas de gamificación en el ámbito de la enseñanza universitaria, pero estos trabajos siguen siendo muchos menos que en otros ámbitos, debido a que es un campo relativamente novedoso dentro de este nivel educativo. Podemos destacar los siguientes trabajos: "Experiencias en la aplicación de la gamificación en 1º Curso de Grado de Ciencias de la Salud" de María Dolores Mauricio y otros del 2015. Morfee (2010) "Las TIC como herramientas mediadoras del aprendizaje significativo en el pregrado: una experiencia con aplicaciones telemáticas gratuitas y "Validación de un cuestionario de satisfacción de los alumnos, para determinar el impacto de la introducción de la gamificación con el uso de los dispositivos móviles en el aula, en el aprendizaje de estudiantes universitarios" de Malena Melo y otros de 2017.

Dentro del ámbito de la química los trabajos más destacados son Soler (2010) "Quimiludi: Innovación virtual en la enseñanza de la nomenclatura química inorgánica" En el que diseña e implementa un Objeto Virtual de Aprendizaje (OVA) con el que pretende mejorar el aprendizaje de la formulación de compuestos inorgánicos. Con el OVA busca aprovechar las nuevas tecnologías para mejorar la enseñanza de la formulación inorgánica.". Bardají (2013) "La Química a escena" en el Museo de la Ciencia de Valladolid, una tabla periódica interactiva" En el que profesores de la Universidad de Valladolid que son miembros de la Real Sociedad Española de Química, en colaboración con el museo de la Ciencia de Valladolid crearon un espacio expositivo permanente sobre "La química en escena", donde disponían de varias experiencias para mejorar el aprendizaje, tales como: con la ayuda de una aplicación informática manejada con una pantalla táctil permitía interactuar con los elementos de la tabla periódica y aprender sus propiedades.

Otros espacios importantes fueron "Química a pedales" que ayudaba a la enseñanza de la evolución de la química de los materiales a través de un panel con unas bicicletas, que empieza con el matrimonio Curie en bicicleta que gastaron el dinero recibido con su boda en

comprarlas para usarlas para ir al trabajo, y a partir de ese modelo de bicicleta, aparecen bicicletas reales de las diferentes épocas, y así vamos viendo la evolución de los materiales a lo largo del tiempo.

La exposición “Entre moléculas” que consiste en 22 paneles de distinta temática, cada uno con objetos representativos de la misma.

Y un módulo interactivo sobre fotoluminiscencia. En la que los visitantes podían apoyarse sobre una pared pintada de material fotoluminiscente mientras que esta se ilumina con una luz blanca y así la silueta del visitante queda sobreimpresionada.

Incluso en nuestra propia Univesidad se implantó en diversas asignaturas un bloque de actividades

### **Metodología**

Hemos implementado un juego educativo en la asignatura de química de los grados en Ingeniería de la escuela politécnica de ingeniería de la Universidad de Oviedo.

Lo que se propone con esta actividad es que en los últimos días de clase de la asignatura se realice un juego denominado quimitest.

El quimitest es un concurso. Se organizará una competición por equipos. Debido a que es una asignatura con gran número de alumnos, se realizaron varias sesiones. En cada sesión se forman 4 equipos (A, B, C, y D. Cada equipo se representa mediante un cubo con un color distinto para cada equipo), con un número de 4 alumnos en cada equipo.

La dinámica del concurso está inspirada en el famoso juego de mesa Trivial. Para ello en cada una de las sesiones en las que participan los 4 equipos, se distribuye a cada equipo una serie de preguntas y respuestas. Concretamente, se reparte a cada equipo un bloque de preguntas divididas por temas, correspondientes a la temática vista en la asignatura.

Por tanto, cada grupo dispone de un cuestionario dividido en 5 temas que son los siguientes: Tema 1: Conceptos básicos en química, Tema 2: Fuerzas intermoleculares, Estados de agregación, Disoluciones, Tema 3: Termodinámica Química, Tema 4: Cinética y Equilibrio Químico y Tema 5: Ácidos y Bases. Cada tema consta de un mínimo de 10 preguntas. Las preguntas deben permitir respuestas breves y deben centrarse en los conocimientos fundamentales adquiridos a lo largo del curso".

Existe además un tablero, inspirado en el tablero del famoso juego de mesa « Trivial », pero a diferencia de este no es un tablero físico, sino un tablero virtual desarrollado en un software, que se les muestra en el proyector. El tablero consta de 4 calles, cada equipo tiene asociada una calle y empezarán el juego al comienzo de cada una de las calles.

La dinámica del juego será la siguiente: Todos los equipos parten de la primer casilla del tablero, y cada vez que acierten una pregunta podrán avanzar una casilla. Una vez formados

los equipos se inicia el juego con el primer equipo haciendo una pregunta a otro equipo. Cada casilla lleva asociado un color que indica sobre qué tema preguntar y una letra que indica a qué equipo preguntar. El equipo que tiene el turno de pregunta decide dentro de las preguntas que están en el cuestionario sobre ese tema cuál quiere hacer al equipo al que le ha tocado preguntar. El equipo que es preguntado si acierta la respuesta avanzará por el tablero una posición y seguirá respondiendo cuestiones hasta que falle.

Si el equipo al que se cuestiona responde correctamente sumará un punto, si no habrá un rebote y contestará el siguiente grupo situado a su derecha y si estos tampoco aciertan saltará al siguiente grupo. En el caso de cuestiones tipo verdadero o falso no hay posibilidad de rebote, y en caso de pregunta con opciones múltiples de respuesta, si sólo hay tres opciones sólo hay una posibilidad de rebote.

Las preguntas de cada tema una vez realizadas no se pueden repetir. Las preguntas de cada cuestionario de cada grupo son de equivalente dificultad, pero evidentemente son diferentes porque si no ya tendrían la solución. El profesor controlará qué preguntas han sido hechas, ya que el profesor también cuenta con una copia de cada cuestionario. Para responder a cada pregunta existe un reloj virtual y cuando un equipo tiene el turno de respuesta, debe contestar antes de que finalice el tiempo del reloj virtual. El profesor debe controlar también este reloj y el recuento de los puntos. Los alumnos no pueden hacer uso de herramientas de apoyo, como pudieran ser apuntes de clase, libros, papers, o ningún soporte electrónico, para la contestación de las preguntas.

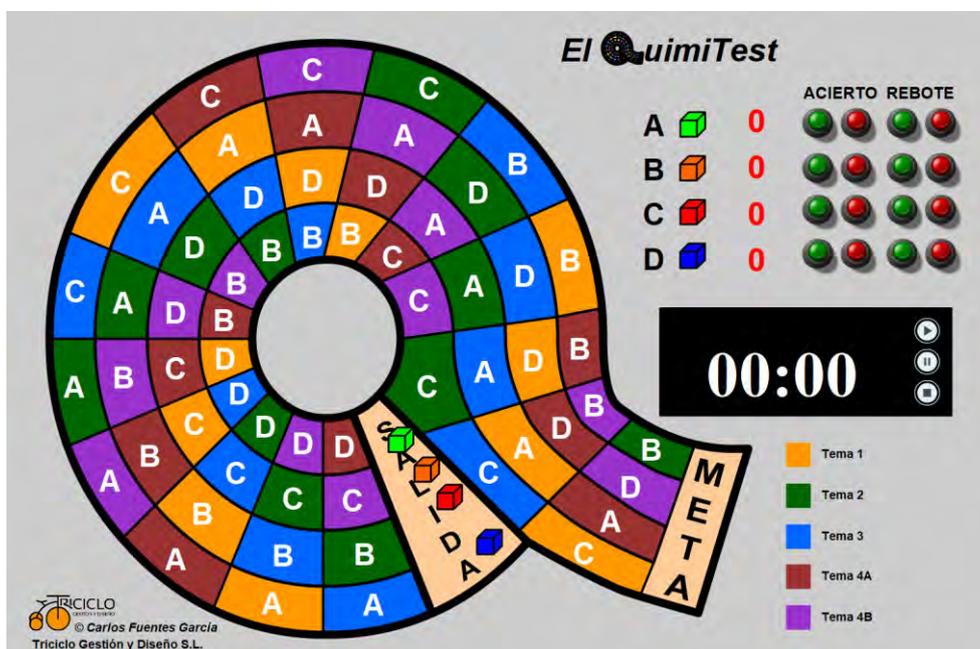
Si algún equipo logra, en las dos horas que dura cada sesión, llegar al final del tablero sería el ganador y sus miembros obtendrán medio punto más en la nota final de la asignatura. En caso de no ser así se sumarán los puntos de cada equipo. El equipo que mayor puntuación tenga será el que consiga medio punto más en la nota final de la asignatura, el resto de equipos, tendrá una nota proporcional a los puntos que haya obtenido.

En la **Tabla 1**. mostramos un ejemplo de una pregunta de cada uno de los temas. En la **Figura 1**. se ve el aspecto del tablero virtual durante la actividad.

Tabla 1. Ejemplos de preguntas en el test

Preguntas	
Temas	Pregunta
1	¿Cómo se llama la regla que establece que los átomos tienden a ganar, perder o compartir electrones hasta alcanzar una cantidad determinada en su capa exterior?
2	¿Qué nombre recibe la disolución que tiene disuelta una cantidad de soluto inferior a la cantidad máxima que puede disolver a esa temperatura?
3	¿Qué tipo de cambio de entropía se produce en el proceso de sublimación inversa de una sustancia? ¿Por qué?
4	¿Qué energía de activación es mayor ¿la de una reacción inhibida o la de la misma reacción no catalizada? ¿Por qué?
5	¿Qué información sobre el nombre de la sustancia y su característica se puede sacar de una disolución acuosa que tiene un pKa con un valor grande?

Figura 1. Tablero del Quimitest durante la actividad



## Resultados

La actividad se implantó en total durante 6 sesiones durante el curso 2016/17. Cabe destacar que la participación en esta actividad fue masiva, siendo muy pocos alumnos de los convocados a estas sesiones los que declinaron asistir.

Aunque los grupos se hicieron por orden alfabético en lugar de dar libertad para formar los equipos, en la mayoría de los equipos se pudo observar el rol desarrollado por cada uno de los miembros del equipo. Según las teorías de la gamificación existen 4 perfiles de jugadores en este tipo de reto, perfil *killer* o competitivo (que busca ganar y destacar), el perfil socializador (que busca relacionarse), el explorador (cuyo fin es avanzar divirtiéndose) y el *achiever* (considera que lograr puntos es su motivación en el juego).

La actividad permite ver su rol en el juego, que será el mismo que desarrollen durante su futuro cuando trabajen en equipo. Una característica que cabe destacar en cuanto a estos perfiles fue que en todas las sesiones del Quimitest se manifestó algún participante con perfil explorador. Sin embargo, en otras actividades de gamificación realizadas en otras asignaturas por uno de los autores, no se observó en ninguno de los participantes el perfil del explorador."

Lo que se ha observado en todas las sesiones realizadas es que prima la solidaridad entre compañeros, un valor muy importante a transmitir en sus futuros trabajos en equipo. Si bien se observó algún jugador con perfil *killer*, fueron los menos, y siempre el resto de los participantes de su propio equipo o de los contrarios se lo recriminaron. En todas las sesiones se observó que debido a que los participantes eran conscientes de las puntuaciones del resto de equipos, cuando se acercaba el final, enviaban las preguntas más sencillas a los grupos con menos puntos e incluso fallaban preguntas los equipos con mayor puntuación.

Como resultado de esta solidaridad, observamos que ningún equipo en ninguna sesión llegó al final de la competición acabando el tablero, y que todos sacaron puntuaciones muy similares, con lo que obtuvieron todos una recompensa similar. El número de aciertos fue muy elevado, con lo que el objetivo final de esta actividad que era que los alumnos aprendiesen los conocimientos exigidos en la asignatura resultó cumplido.

Con este tipo de actividades se observa una mejora en la tasa de éxito y de rendimiento de la asignatura, especialmente en la tasa de éxito, que es el número de alumnos que se presentan al examen respecto al número de alumnos matriculados. No es posible dar datos exactos, ya que la primera vez que se empezó a implantar esta actividad fue en 2009, que se implantó junto a otro grupo de actividades. Se vio su éxito y la mejora en la tasa de éxito y rendimiento. Y de entre todas las actividades se eligió el quimitest como la preferida por los alumnos y la más fácil de implementar y la que mejor funcionaba.

No podemos comparar los datos de rendimiento actuales donde sólo se lleva a cabo la actividad del quimistest, con los de otros cursos antes de implantarse esta actividad ya que esos cursos correspondían al plan de estudios anterior y no serían realmente comparables.

## **Conclusiones**

Se ha implementado una actividad de juegos educativos en el ámbito de la química en la enseñanza universitaria en los grados de ingeniería. Esa actividad fue consistente en plantear un concurso por equipos y premiar con un aumento en la nota final de la asignatura a los alumnos que participen, obteniendo un aumento de la nota directamente proporcional a la puntuación obtenida en el concurso.

Los juegos educativos son una propuesta innovadora y una estrategia de complemento metodológico eficiente, ya que mejoraron la enseñanza y el aprendizaje de la asignatura de química del primer curso de los grados en ingeniería.

La valoración positiva de la actividad nos lleva a plantearnos mejoras en la misma, como pueden ser la combinación de esta actividad con la actividad de *flipped classroom*, también implementada por parte del mismo equipo de trabajo en una asignatura de electrónica, estas mejoras se plantean con el ánimo de lograr una mejora continua en el método docente.

Atendido a los resultados de las encuestas podemos deducir que es una metodología del gusto de los estudiantes, y que tiene como punto positivo que favorece el aprendizaje. Por tanto, podemos concluir que la actividad de juegos educativos es una herramienta que utilizada de manera complementaria a las clases habituales resulta eficaz para incrementar el grado de atención y consolidar los conocimientos aprendidos durante las clases, además de una preparación para el examen final.

## **Referencias**

- Deterding, S. Khaled, R. Nacke, Le. Dixon, d. (2011). *Gamification: Towards a Definition* en CHI 2011. Vancouver. AMC 978-1-4503-0268-5/11/05
- Llagostera, E. (2012). *On Gamification and Persuasion* en XI SB Game. SBC-Proceeding of SB Games. Brasilia. Games for change-Full papers.12-21.
- Werbach, K. (2014). *(Re) Defining Gamification: A Process Approach* en Spagnolli, A. *Persuasive Technology: Persuasive Technology lecture Notes in Computer Science Switzerland*. Springer International Publishing. (8462) pp 266-272
- Cristina Martínez García. (2016). *La senda del maestro, experiencias de gamificación en el aula universitaria*. XII Congreso español de sociología.

- Maria Dolores Mauricioa, Eva Sernab y Soraya L. Vallésa (2015). *Experiencias en la aplicación de la gamificación en 1º Curso de Grado de Ciencias de la Salud*
- Malena Melo, Juan Ángel Contreras, Juan Arias (2017) *Validación de un cuestionario de satisfacción de los alumnos, para determinar el impacto de la introducción de la gamificación con el uso de los dispositivos móviles en el aula, en el aprendizaje de estudiantes universitarios*
- Manuel Bardají, Inés Rodríguez (2013) *La Química a escena en el Museo de la Ciencia de Valladolid, una tabla periódica interactiva.*
- Gijón V.M.García Fernández, M<sup>a</sup>J.García Gutiérrez, V.Cadierno Menéndez, F.J.Carrizo, A.Domínguez Botrán, P.Fortuny Ayuso, R.Franco Álvarez-Uría, S.R.Gallego Santos, M<sup>a</sup>J.González Álvarez, J.A.Otero-Corte, M<sup>a</sup>del M.Ruiz Santos, J.Santamaría Victorero, J.Suárez Quirós.(2017). «cerca de cómo la coordinación entre profesores permite adaptar un curso al EEES. CUIETT 2017.
- Yamileth Murillo Gómez (2014). *Virtual educative games implementation as a complementary strategie to the learning – teaching of the inorganic list*
- Manuel Guillermo Soler Contreras (2010) *Quimiludi: Innovación virtual en la enseñanza de la nomenclatura química inorgánica*
- Alexis Morfee (2010) *Las TIC como herramientas mediadoras del aprendizaje significativo en el pregrado: una experiencia con aplicaciones telemáticas gratuitas..*



## Trabajando interactivamente con series de Fourier y trigonométricas

Fernando Giménez-Palomares<sup>a</sup>, Andrés Lapuebla-Ferri<sup>b</sup> y Juan-Antonio Monsoriu-Serra<sup>c</sup>

<sup>a</sup> Departamento de Matemática Aplicada. Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales, [fgimenez@mat.upv.es](mailto:fgimenez@mat.upv.es). <sup>c</sup> Departamento de Elasticidad y Resistencia de Materiales. Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales, [anlafer0@mes.upv.es](mailto:anlafer0@mes.upv.es). <sup>c</sup> Departamento de Física Aplicada. Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño, [jmonsori@fis.upv.es](mailto:jmonsori@fis.upv.es).

---

### **Abstract**

*Many natural phenomena have a periodic and oscillating nature. The Fourier series and, in general, the trigonometric series are an excellent tool for the study of these processes and have numerous applications in engineering: vibration analysis, acoustics, optics, electronics, economics, medicine, image and signals processing, data compression, etc. It involves breaking down a periodic signal in terms of basic periodic signals whose frequencies are multiples of the original signal.*

*In this work we present a virtual laboratory developed as a graphical user interface of Matlab and a methodological proposal for the study of the properties of this type of series, both from an analytical and graphic point of view, with the aim that students can strengthen your knowledge on the subject.*

**Keywords:** *Fourier series, trigonometric series, frequency, harmonic, spectrum, Gibbs phenomenon, virtual laboratory, Matlab.*

---

### **Resumen**

*Muchos fenómenos naturales tienen un carácter periódico y oscilante. Las series de Fourier y, en general, las series trigonométricas constituyen una excelente herramienta para el estudio de dichos procesos y tienen numerosas aplicaciones en la ingeniería: análisis de vibraciones, acústica, óptica, electrónica, economía, medicina, procesamiento de imágenes y señales, compresión de datos, etc. Se trata de descomponer una señal periódica en términos de señales periódicas básicas cuyas frecuencias son múltiplos de la señal*

*original. En este trabajo presentamos un laboratorio virtual desarrollado como una interfaz gráfica de usuario de Matlab y una propuesta metodológica para el estudio de las propiedades de este tipo de series, tanto desde un punto de vista analítico como gráfico, con el objetivo de que los alumnos puedan afianzar sus conocimientos sobre el tema.*

**Palabras clave:** *serie de Fourier, serie trigonométrica, frecuencia, armónico, espectro, fenómeno de Gibbs, laboratorio virtual, Matlab.*

## **Introducción**

La implementación de las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) durante los últimos años han ido adquiriendo una importancia progresiva en el mundo educativo, permitiendo un enriquecimiento y mejora de la calidad de la enseñanza. Se hace necesario adaptar la escuela y la universidad al uso de las TIC, aprovechando los nuevos escenarios, instrumentos y métodos en los procesos educativos.

Los laboratorios virtuales (LV) se aprovechan de las nuevas tecnologías y avances en programación para estimular el aprendizaje de los alumnos captando la atención a través de escenarios interactivos e innovadores (Luengas et al., 2009). Un LV facilita la realización de prácticas o experiencias a un mayor número de estudiantes sin la necesidad de contar con laboratorios y permiten simular muchos fenómenos físicos y modelar sistemas, estudiar conceptos abstractos, mostrando solo el fenómeno simulado, e inclusive de forma interactiva, llevando el laboratorio al hogar de nuestros estudiantes (Lorandi et al, 2011). Aunque inicialmente los LV se concibieron para sustituir la experimentación real, ahorrando enormemente en personas, espacios, tiempo y materiales, hoy en día también pueden usarse en asignaturas no necesariamente experimentales. En particular, dentro del campo de las Matemáticas, es posible diseñar herramientas informáticas que permitan que nuestros alumnos amplíen sus conocimientos y habilidades, sin la necesidad de dedicar un tiempo excesivo a la resolución de problemas farragosos, dejándoles más libertad para organizar su tiempo, con una enseñanza menos reglada en cuanto horarios y fomentando la formación autodidacta (Torres y Martínez, 2015) y (Jones et al., 2001). Puede ampliarse información sobre los LV en la ingeniería en (Calvo et al., 2008).

Las utilidades gráficas de MATLAB, junto con su accesibilidad y facilidad de uso, lo convierten en una herramienta muy adecuada para la simulación de muchos procesos en donde el alumno puede controlar las variables que intervienen, sí como analizar su influencia en el resultado. En lo que sigue presentamos una herramienta que hemos desarrollado como una interfaz gráfica de usuario (GUI) de Matlab, con el objetivo de profundizar sobre los conocimientos teóricos adquiridos por los alumnos sobre las series de Fourier y trigonométri-

cas, de manera que se refuerze el proceso educativo y se facilite el desarrollo de competencias matemáticas, dedicando una especial atención a:

- Visualización de las sumas parciales de las series trigonométricas y estudio de su convergencia
- Visualización de las sumas parciales de la serie de Fourier asociada a una función periódica y obtención de los coeficientes correspondientes
- Estudio del fenómeno de Gibbs
- Análisis del espectro de líneas de series trigonométricas y de Fourier

Consultar la referencia (Decik y Assanis, 2005) para profundizar sobre las GUI en general y las referencias (MATPIC, 2017) y (Mathworks, 2018) sobre cómo se implementan las GUIs en MATLAB.

### Trabajos Relacionados

Existen numerosos trabajos relacionados con el uso de laboratorios virtuales de Matemáticas en asignaturas de las ingenierías. Podemos citar los artículos de (Jiménez y Sucerquia, 2008) y (Torres y Martínez, 2015). Durante los últimos años los autores han presentado varias contribuciones que abordan la implementación de herramientas informáticas para el estudio de diversas temáticas de tipo matemático (Giménez et al., 2016, Giménez et al., 2018) y otros. Sobre LV y series de Fourier pueden consultarse (LAFA, 2018) y (Girona, 2018).

### Metodología

#### Fundamentos teóricos

En lo que sigue vamos a hacer una descripción somera de lo que son las series trigonométricas y de Fourier, y presentaremos la herramienta docente que hemos diseñado para su estudio.

Se llama *serie trigonométrica* a toda serie funcional que se expresa de la forma

$$\frac{a_0}{2} + \sum_{n=1}^{\infty} \left( a_n \cos\left(\frac{2\pi n}{T} x\right) + b_n \operatorname{sen}\left(\frac{2\pi n}{T} x\right) \right)$$

donde  $T > 0$ ,  $a_0, a_1, a_2, \dots, b_0, b_1, b_2, \dots$  son constantes reales. A los valores  $a_n, b_n$  se les llama *coeficientes* de la serie.

Es inmediato que si la serie converge para un cierto punto  $x$  también converge para cualquier punto de la forma  $x + kT, k \in \mathbb{Z}$  y su suma es la misma. Como consecuencia si la serie trigonométrica converge a una cierta función, ésta será periódica de período  $T$ . Si los términos  $a_n$  son todos nulos la función suma es impar y si los términos  $b_n$  son todos nulos la función suma es par.

Sea  $f$  una función integrable en  $[0, T]$ . Se llaman *coeficientes de Fourier* de  $f$  a los números

$$a_n = \frac{2}{T} \int_0^T f(x) \cos\left(\frac{2\pi n}{T} x\right) dx, \quad n = 0, 1, 2, \dots$$

$$b_n = \frac{2}{T} \int_0^T f(x) \operatorname{sen}\left(\frac{2\pi n}{T} x\right) dx, \quad n = 1, 2, \dots$$

Se llama *serie de Fourier de  $f$  en  $[0, T]$*  a la serie trigonométrica que tiene dichos coeficientes. Cuando la función  $f$  es además periódica de período  $T$  a la serie anterior se le llama *serie de Fourier de  $f$* . En este caso es posible reemplazar el intervalo inicial  $[0, T]$  por cualquier otro intervalo de longitud  $T$ . Se suele trabajar en muchas ocasiones con el intervalo  $[-T/2, T/2]$ .

Si la función  $f$  es impar los coeficientes  $a_n$  son todos nulos y si es par los coeficientes  $b_n$  son todos nulos.

El siguiente resultado establece condiciones para que la serie de Fourier de una función dada sea convergente:

**Teorema:** Si  $f$  está acotada y es monótona a tramos en  $[0, T]$  y periódica de período  $T$  entonces la serie de Fourier de  $f$  es convergente en cada punto  $x$  real a

$$\frac{f(x_+) + f(x_-)}{2}$$

donde  $f(x_+)$  y  $f(x_-)$  denotan los límites por la derecha e izquierda respectivamente de  $f$  en  $x$ . Así en los puntos  $x$  donde  $f$  es continua la suma es  $f(x)$ .

En los puntos en donde  $f$  tiene una discontinuidad de salto las sumas parciales de las serie de Fourier mantienen unas oscilaciones cerca de dicho puntos (*fenómeno de Gibbs*).

Las series de Fourier pueden expresarse en forma exponencial

$$\sum_{n=-\infty}^{\infty} c_n e^{\frac{2\pi i n x}{T}}$$

donde  $c_n = \frac{1}{2}(a_n - ib_n)$  si  $n \geq 0$  y  $c_n = \frac{1}{2}(a_n + ib_n)$  si  $n < 0$

Otra forma muy útil es

$$\frac{A_0}{2} + \sum_{n=1}^{\infty} A_n \cos(n\omega x - \varphi_n)$$

donde  $A_0 = a_0$ ,  $a_n = A_n \cos(\varphi_n)$ ,  $b_n = A_n \operatorname{sen}(\varphi_n)$  y  $\omega = \frac{2\pi}{T}$ .

A la expresión  $A_n \cos(n\omega x - \varphi_n)$  se le llama *armónico de orden n*, a  $A_n$  *amplitud del armónico*, a  $n\omega x - \varphi_n$  *fase del armónico*, a  $\omega x$  *pulsación o frecuencia angular del armónico*, a  $\varphi_n$  *constante de fase del armónico* y a  $f_i = \frac{n\omega}{2\pi} = \frac{n}{T}$  *frecuencia del armónico*.

Se puede estudiar gráficamente la contribución de cada armónico en una serie de Fourier representando la frecuencia respecto de la amplitud en un diagrama de barras que recibe el nombre de *espectro de líneas*.

Para profundizar sobre el tema se pueden consultar las referencias (Folland, 2009), (Pinkus y Zafrany, 1997) y (Chapra y Canale, 2016).

### El laboratorio virtual

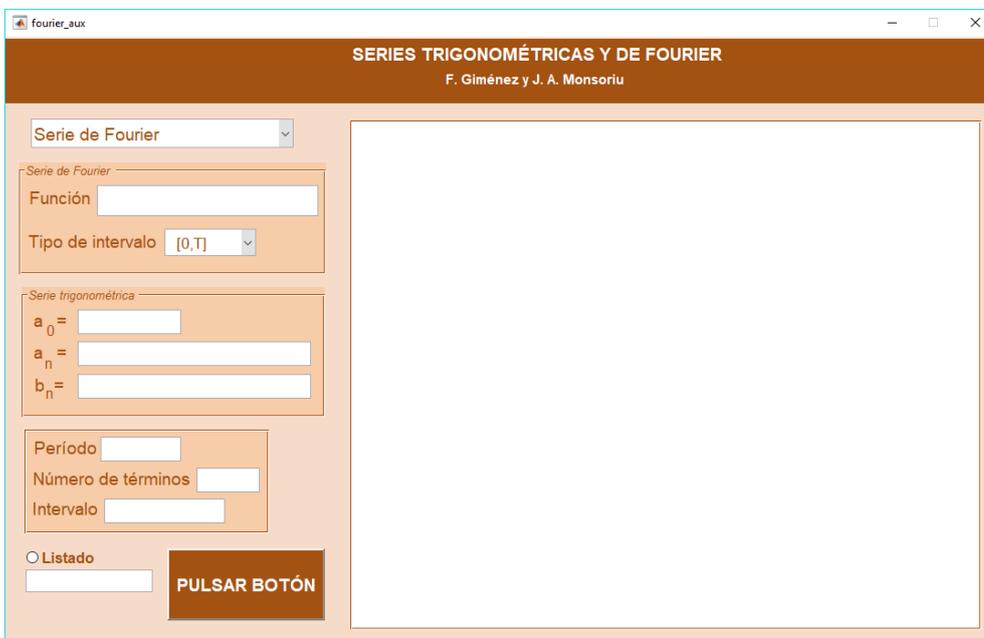
Al ejecutar el laboratorio virtual *fourier* se abre en primer lugar la ventana de presentación mostrada en la figura 1.

Figura 1 Ventana inicial del LV *fourier*



Al pulsar el botón *GUÍA DE USUARIO* se abre un pequeño documento en pdf con instrucciones sobre el uso del programa. Si se pulsa *CONTINUA* se muestra el LV propiamente dicho (ver figura 2).

Figura 2 Ventana de entrada de datos del LV *fourier*



Los parámetros de entrada son los siguientes:

- **Desplegable inicial:** A elegir entre *Serie de Fourier* y *serie trigonométrica*.
- **Función:** Expresión de la función a desarrollar en serie de Fourier en la variable  $x$ . Es necesario usar  $'.'$ ,  $'/'$  y  $'.'$ .
- **Tipo de intervalo:**  $[0,T]$  o  $[-T/2,T/2]$ .
- **$a_0$ :** valor de  $a_0$ .
- **$a_n$ :** expresión de  $a_n$  en la variable  $n$ .
- **$b_n$ :** expresión de  $b_n$  en la variable  $n$ .
- **Período:** valor de  $T$
- **Número de términos:** entero positivo  $n$  o vector con valores enteros positivos distintos  $[n_1, n_2, \dots, n_k]$ .
- **Intervalo:** vector  $[a, b]$  en donde se desean dibujar las series parciales y/o la función dada.
- **Listado:** Nombre del fichero de texto en donde guardar información relativa a la serie de Fourier o trigonométrica que recoge los valores  $a_j, b_j, c_j, c_{-j}, A_j, \varphi_j, f_i$ , además de la expresión de la función y el período relativa a la serie trigonométrica o de Fourier generada si se ha seleccionado dicha opción.

Si se pulsa el botón **PULSAR BOTÓN** se generan dos gráficos, uno con la suma parcial  $S_n$  ó las sumas parciales  $S_{n_1}, S_{n_2}, \dots, S_{n_k}$  de la serie de Fourier o la serie trigonométrica dependiendo de la opción elegida en el desplegable y la propia función  $f$  en el primer caso, en el intervalo  $[a, b]$ , y otro con el espectro de líneas. En el caso de varias sumas parciales se trata de un gráfico animado.

En la definición de la función  $f$  en muchas ocasiones se trabaja con la función característica

$$\chi_{[a,b]}(x) = \begin{cases} 1 & x \in [a, b] \\ 0 & \text{otro caso} \end{cases}$$

Hemos implementado la función de Matlab  $\text{chi}(a,x,b)$  para poder trabajar con ella al introducir la función  $f$ .

### Metodología propuesta

Se propone la siguiente metodología a seguir en las asignaturas de matemáticas de las ingenierías en donde se estudien las series de Fourier y trigonométricas:

- 1) Introducción en las clases habituales de aula de los conceptos teóricos necesarios.
- 2) A continuación se presenta el LV y se explica con detalle como se usa.
- 3) Se proponen una serie de ejercicios ilustrativos en donde los alumnos tengan que utilizar el LV para resolver problemas concretos en las aulas informáticas o en casa.
- 4) Envío de los ejercicios resueltos al profesor para que los corrija.

Los alumnos pueden trabajar de manera autónoma y autodidacta con su propio ordenador, aunque no se disponga de Matlab, mediante el uso de una versión ejecutable del laboratorio virtual que también ponemos a su disposición. Para valorar la incidencia de esta metodología se propone la realización de una pequeña encuesta al final.

### Resultados

**Ejemplo 1:** Se desea representar las ocho primeras sumas parciales de la serie de Fourier correspondiente a la función 2 periódica

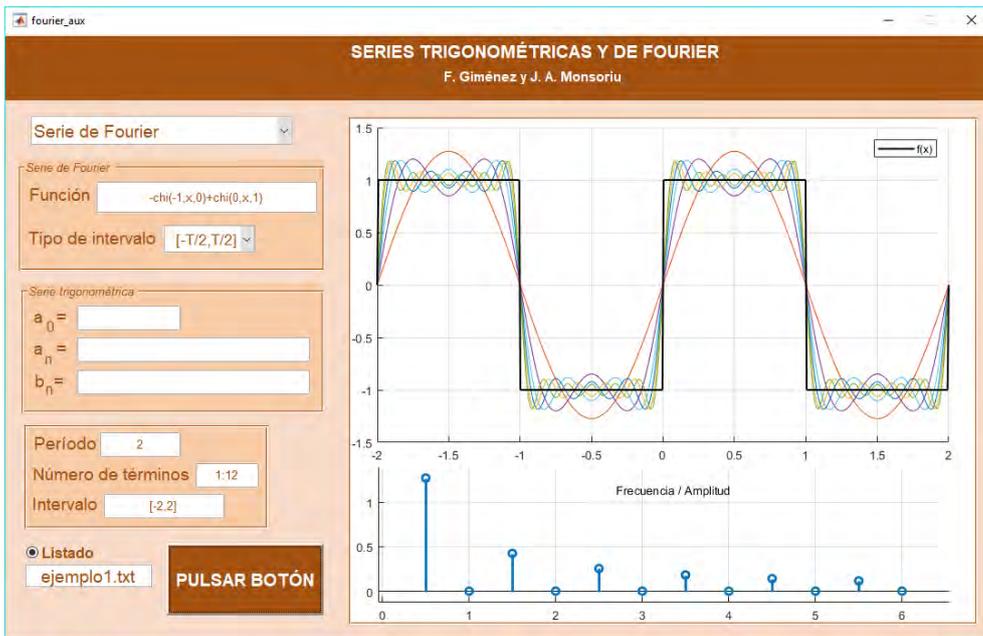
$$f(x) = \begin{cases} -1 & x \in [-1,0[ \\ 1 & x \in [0,1] \end{cases}$$

Trabajando interactivamente con series de Fourier y trigonométricas

y su espectro de líneas.

La figura 3 muestra el resultado obtenido al ejecutar la aplicación. Puede apreciarse la naturaleza del fenómeno de Gibbs en torno al punto  $x = 0$ .

Figura 3 Gráficos correspondientes al ejemplo 1.



También se ha generado el fichero de texto con información relativa a la serie de Fourier (ver figura 4).

Figura 4 Listado correspondiente al ejemplo 1.

SERIE DE FOURIER

funcion  $-\text{chi}(-1,x,0)+\text{chi}(0,x,1)$

T = 2

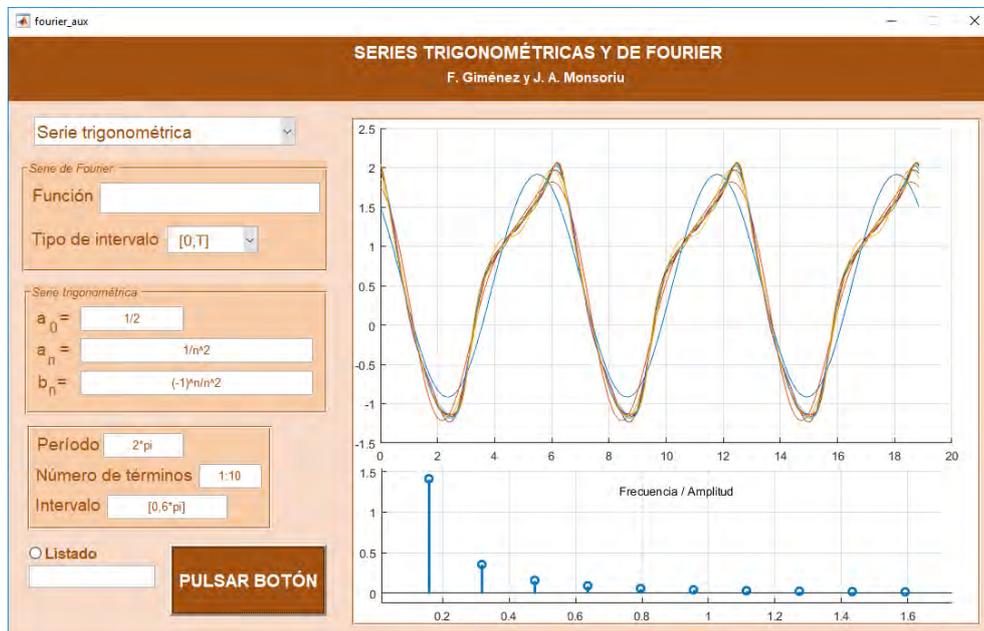
n	a(n)	b(n)	c(n)	c(-n)	A(n)	phi(n)	freq(n)
0	0	NaN	0	0	NaN	NaN	NaN
1.0000	0	1.2732	7.6394	7.6394	1.2732	1.5708	0.5000
2.0000	-0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	1.5708	1.0000
3.0000	0.0000	0.4244	2.5465	2.5465	0.4244	1.5708	1.5000
4.0000	0.0000	-0.0000	-0.0000	-0.0000	0.0000	1.5708	2.0000
5.0000	-0.0000	0.2546	1.5279	1.5279	0.2546	1.5708	2.5000
6.0000	-0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	1.5708	3.0000

**Ejemplo 2:** Sea la serie trigonométrica

$$\frac{1}{2} + \sum_{n=1}^{\infty} \left( \frac{1}{n^2} \cos(nx) + \frac{(-1)^n}{n^2} \operatorname{sen}(nx) \right)$$

La figura 5 muestra gráficamente las diez primeras sumas parciales en el intervalo  $[0,6\pi]$  y el espectro correspondiente. La figura 6 muestra el listado correspondiente.

**Figura 5** Gráficos correspondientes al ejemplo 2.



Puede observarse que la serie es convergente a una función periódica de período  $2\pi$  y continua en toda la recta real.

## Conclusiones

El laboratorio virtual puede representar una excelente herramienta, desde el punto de vista docente, para el estudio de las series de Fourier y trigonométricas, dada su facilidad de uso e inmediatez en la generación tanto de las gráficas correspondientes como los valores de los coeficientes buscados. La sencillez de manejo, rapidez, opciones gráficas e interactividad pueden ser útiles a la hora de profundizar sobre el tema, afianzando los conocimientos teóricos adquiridos, de manera que los alumnos conozcan las propiedades más importantes relacionadas con estos tipos de series.

Figura 6 Listado correspondiente al ejemplo 2.

SERIE TRIGONOMÉTRICA  
-----

T = 6.2832

n	a(n)	b(n)	c(n)	c(-n)	A(n)	phi(n)	freq(n)
0	0.5000	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN
1.0000	1.0000	-1.0000	1.0000 - 1.0000i	1.0000 + 1.0000i	1.4142	2.3562	0.1592
2.0000	0.2500	0.2500	0.2500 + 0.2500i	0.2500 - 0.2500i	0.3536	0.7854	0.3183
3.0000	0.1111	-0.1111	0.1111 - 0.1111i	0.1111 + 0.1111i	0.1571	2.3562	0.4775
4.0000	0.0625	0.0625	0.0625 + 0.0625i	0.0625 - 0.0625i	0.0884	0.7854	0.6366
5.0000	0.0400	-0.0400	0.0400 - 0.0400i	0.0400 + 0.0400i	0.0566	2.3562	0.7958
6.0000	0.0278	0.0278	0.0278 + 0.0278i	0.0278 - 0.0278i	0.0393	0.7854	0.9549
7.0000	0.0204	-0.0204	0.0204 - 0.0204i	0.0204 + 0.0204i	0.0289	2.3562	1.1141
8.0000	0.0156	0.0156	0.0156 + 0.0156i	0.0156 - 0.0156i	0.0221	0.7854	1.2732
9.0000	0.0123	-0.0123	0.0123 - 0.0123i	0.0123 + 0.0123i	0.0175	2.3562	1.4324
10.0000	0.0100	0.0100	0.0100 + 0.0100i	0.0100 - 0.0100i	0.0141	0.7854	1.5915

## Agradecimientos

Los autores agradecen al Instituto de Ciencias de la Educación de la Universitat Politècnica de València por su ayuda al Equipo de Innovación y Calidad Educativa MOMA.

## Referencias

- Calvo, I., Zulueta, E., Gangoiti, U., López, J. (2008). *Laboratorios remotos y virtuales en enseñanzas técnicas y científicas*, Ikastorratza, revista electrónica de Didáctica. Tercer número. [http://ehu.es/ikastorratza/castellano/index\\_cast](http://ehu.es/ikastorratza/castellano/index_cast)
- Chapra, S. C., Canale, R. P. (2016) *Métodos numéricos para ingenieros*. Ed. McGraw Hill.
- Depcik, C., Assanis, D.N. (2005). *Graphical user interfaces in an engineer in educational environment*, Comput. Appl. Eng. Educ., Vol. 13, pp 48-59.
- Folland, G. B. (2009). *Fourier Analysis and Its Applications*. Ed. American Mathematical Society.
- Giménez, F., Monsoriu, J. A., Gimenez, J. F. (2016). *Problemas de contorno en ecuaciones diferenciales de segundo orden: una herramienta docente*. 24 Congreso Universitario de innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas. (CUIEET 2016).
- Giménez, F., Gimenez, J. F., Monsoriu, J. A., Fernández de Córdoba, P. J. (2018) *Using cubic splines to solve second order linear differential equations*, 12th International Technology, Education and Development Conference (INTED 2018), pp. 5617-5622.
- Girona, A (2018) <http://labmatlab.upv.es/eslabon/fouriergibbs/default.aspx> [acceso 20-3-2018].
- Jiménez, A., Sucerquia, E. (2008). *Laboratorio virtual de matemáticas: el aula matic*. Taller realizado en 9º Encuentro Colombiano de Matemática Educativa (16 al 18 de Octubre de 2008). Valledupar, Colombia.

- Jones, K., Lagrange, J. B., Lemut, E. (2001), *Tools and Technologies in Mathematical Didactics*. In: J. Novotna (Ed), *European Research in Mathematics. Education II*. Prague: Charles University, pp. 125-127.
- Lafa, (2018) <http://www4.ujaen.es/~jalmira/LAFA.htm> [acceso 20-3-2018].
- Lorandi, A : P., Hermida, G., Hernández, J., Ladrón de Guevara, E. (2011). *Los Laboratorios Virtuales y Laboratorios Remotos en la Enseñanza de la Ingeniería*. Revista Internacional de Educación en Ingeniería. AcademiaJournals.com, Volumen 4, pp. 24-30.
- Luengas, L., Guevara, J., Sánchez, G. (2009). *¿Cómo desarrollar un Laboratorio Virtual? Metodología de Diseño*. En J. Sánchez (Ed.): *Nuevas Ideas en Informática Educativa*, Volumen 5, pp. 165 – 170, Santiago de Chile.
- MATWORKS, (2018) *MATLAB® Creating Graphical User Interfaces*. The MathWorks, Inc. 500 pp.
- MATPIC.(2017) *La web de MATLAB, SIMULINK, VHDL, microcontroladores,...* <http://www.matpic.com> [acceso 20-3-2018].
- Pinkus, A., Zafrany S. (1997). *Fourier Series and Integral Transforms*. Ed. Cambridge University Press.
- Torres, S. L., Martínez, E. J. (2015). *Laboratorio virtual de matemáticas como estrategia didáctica para fomentar el pensamiento lógico*. Revista Academia y Virtualidad 8, Volumen 2. 73-84.



## Aproximación de las Inteligencias múltiples en ingeniería industrial hacia una ingeniería inteligente

Carlos Manzanares Cañizares<sup>(a)</sup>, Carlos de Lama Burgos<sup>(a)</sup> y Cristina González Gaya<sup>(a)</sup>

<sup>(a)</sup> Departamento de Ingeniería de Construcción y Fabricación; ETSII-UNED C/ Juan del Rosal, 12, 28040 Madrid (Spain), cmanzanar2@alumno.uned.es, cdelama@invi.uned.es, cgonzalez@ind.uned.es

---

### **Abstract**

*The current situation of the planet in relation to climate change and environmental damage due to human activities, as well as labor relations on conflicting occasions, lead us to propose the methodology of application of the Multiple Intelligences in the field of engineering and more specifically in the field of industrial engineering.*

*The Multiple Intelligences, together with the knowledge and application of present and future national and international legislation and management standards such as the ISO standards, will allow the development of an "Intelligent Engineering" executed by "Neohumanist Engineers", which will treat to develop projects that achieve the balance and the best technical, economic and respectful solution with the Society, the Environment and for all the Interested Parties.*

*The aforementioned will not be possible if the engineer's academic training does not previously achieve his awareness with the ethics and professional responsibility with the interested parties with which he is related in the development of his projects or professional activity.*

**Keywords:** *Industrial engineer, Multiples Intelligences, Intelligent Engineering, Neohumanist Engineers, Interested Parties.*

## **Resumen**

*La situación actual del planeta en lo referente al cambio climático y al daño medioambiental debido a las actividades humanas, así como las relaciones laborales en ocasiones conflictivas, nos llevan a proponer la metodología de aplicación de las Inteligencias Múltiples en el ámbito de la ingeniería y más concretamente en el ámbito de la ingeniería industrial.*

*Las Inteligencias Múltiples, junto con el conocimiento y aplicación de la legislación nacional e internacional presente y futura y las normas de gestión como son las normas ISO van a permitir desarrollar una “Ingeniería Inteligente” ejecutada por “Ingenieros Neohumanistas”, los cuales van a tratar de desarrollar proyectos que consigan el equilibrio y la mejor solución técnica, económica y respetuosa con la Sociedad, el Medio Ambiente y para todas las Partes interesadas.*

*Lo anterior no será posible si previamente en la formación académica del ingeniero no se consigue su concienciación con la ética y responsabilidad profesional con las partes interesadas con las que se relaciona en el desarrollo de sus proyectos o actividad profesional.*

**Palabras clave:** *Ingeniería industrial Partes interesadas, Inteligencias múltiples, Ingeniería Inteligente, Ingeniero Neohumanista, Partes interesadas.*

## **1.- Introducción**

“No soy la misma persona que era hace diez o veinte años, porque mi cerebro tampoco es el mismo que hace una o dos décadas; ni siquiera el mismo que hace un par de días. La mente se halla inmersa en un estado de cambio constante que dura toda la vida. Ese proceso continuo de transformación y adaptación empieza en el inicio mismo de la vida” (Tammet, 2017).

El presente artículo tiene como objeto proponer la mejora de la formación de los estudiantes de ingeniería en el ámbito industrial con el fin de aumentar sus conocimientos y habilidades profesionales para potenciar sus capacidades creativas a la hora del desarrollo de proyectos durante la etapa en la universidad y durante el ejercicio libre de la profesión de ingeniero.

Se pretende mostrar la importancia del desarrollo de la inteligencia a lo largo del periodo académico de los estudiantes de ingeniería en el ámbito industrial (grado, máster, postgrado),

estableciendo un punto de partida para el desarrollo de la inteligencia del estudiante, al introducir el concepto de *Inteligencias múltiples* en los estudios.

Las *Inteligencias múltiples* van a proporcionar habilidades a los futuros egresados de ingeniería para que sean competentes y capaces de desarrollar una *Ingeniería Inteligente* y respetuosa con las partes interesadas relacionadas con los proyectos o actividades desarrolladas por el ingeniero como profesional independiente o trabajador en una organización pública o privada.

El nuevo requisito de las normas ISO 9001 e ISO 14001 referente a la introducción del concepto de *Partes interesadas* puede ser una base o punto de partida para la aplicación de las *Inteligencias múltiples*.

Según ISO 9001 en su edición de 2015, cualquier tipo de organización debe identificar las *Partes interesadas* relacionadas con su sistema de gestión de la calidad, determinado sus requisitos, necesidades, expectativas y cómo se relacionan con el sistema de gestión de la calidad (Aenor, 2015).

Trabajar para las *Partes interesadas* obliga a la búsqueda de la eficiencia en las soluciones industriales para que éstas sean sostenibles y respetuosas con el medio ambiente, lo que va a permitir desde la *Ingeniería Industrial* el desarrollo de una *Ingeniería Inteligente*.

El desarrollo de una *Ingeniería inteligente* no va a ser posible si no se forman ingenieros con capacidad y compromiso para ejercer la actividad profesional con ética y responsabilidad.

Las escuelas de ingeniería deberían formar *Ingenieros Neohumanistas* cuyo objetivo sea la reinención o mejora de las actividades y relaciones industriales con el fin de conseguir la máxima eficiencia y el menor impacto medioambiental en los proyectos desarrollados.

## **2.- Metodología**

### **2.1.- El concepto de inteligencias múltiples**

Podemos definir la inteligencia como la capacidad de descubrir y resolver los problemas que nos encontramos (Alberca, 2011).

La inteligencia permite seleccionar la alternativa más conveniente para la resolución de un problema o proyecto a desarrollar.

La *Teoría de las Inteligencias Múltiples* fue ideada por el psicólogo estadounidense *Howard Gardner*, en base a sus investigaciones llegó a la conclusión que el ser humano posee y utiliza varias inteligencias (Garner, 1995).

Las 8 inteligencias múltiples propuestas por Howard Gardner son las siguientes:

- *Lingüística*
- *Lógico-matemática*
- *Espacial*
- *Musical*
- *Cinético-corporal*
- *Naturalista*
- *Intrapersonal*
- *Interpersonal*

La inteligencia *lingüística*: consiste en la fluidez en el manejo de la palabra escrita y hablada.

La inteligencia *lógica-matemática*: facilita la resolución de problemas lógicos y matemáticos.

La inteligencia *espacial*: es la que permite crear modelos dimensionales en la mente, con formas, colores y texturas.

La inteligencia *musical*: es la que permite crear sonidos, melodías y ritmos.

La inteligencia *cinético-corporal*: es la que permite controlar movimientos de todas las partes del cuerpo.

La inteligencia *naturalista*: es la que permite comprender el entorno natural, y desarrollar conocimientos en campos relacionados con la naturaleza, como la biología, la geología y la astronomía.

La inteligencia *interpersonal*: nos permite relacionarse con otros seres vivos, incluyendo la capacidad para comprender la afectividad de otros seres vivos.

La inteligencia *intrapersonal*: es la que se necesita para establecer comparaciones entre diferentes actos y valorar lo que hacemos y lo que hacen los demás.

Actualmente se están aplicando con éxito el desarrollo de las Inteligencias múltiples en varios centros de formación de enseñanza infantil y primaria (CEIP) y en institutos de educación secundaria (IES) tanto públicos, concertados y privados de España, por lo que creemos que la aplicación de las Inteligencias múltiples para los estudiantes de ingeniería en el ámbito industrial puede ser muy beneficio para facilitarles el desarrollo de sus estudios y el posterior ejercicio de su actividad profesional en la sociedad.

La tabla 1 muestra algunas de las habilidades que permiten desarrollar cada una de las anteriores inteligencias (Blanchard, 2016).

**Tabla 1. Habilidades de las inteligencias múltiples**

Inteligencia	Habilidades
<i>Lingüística</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Generar o percibir lenguaje oral o escrito</li> <li>- Permite comunicarse y darle sentido al mundo a través del lenguaje</li> <li>- Incluye la capacidad de comprender el significado del lenguaje</li> <li>- Nos ayuda en la redacción de textos y exposición verbal de los mismos</li> </ul>
<i>Lógica-Matemática</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Permite a los individuos usar y apreciar relaciones abstractas</li> <li>- Incluye facilidad en el uso de números y pensamiento lógico</li> <li>- Razonamiento numérico y solución de problemas lógicos</li> </ul>
<i>Espacial</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Percibir o transformar informaciones visuales o en tres dimensiones</li> <li>- Permite la creación de imágenes en la memoria</li> <li>- Uso de información espacial para navegar a través del espacio</li> <li>- Producción de información visual u obras de arte</li> </ul>
<i>Musical</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Permite percibir y componer patrones de sonido</li> <li>- Incluye crear y comunicar significado de los sonidos</li> <li>- Percepción, producción, composición y notación musical</li> </ul>
<i>Cinético-corporal</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Permite al individuo usar el cuerpo para crear productos o resolver problemas</li> <li>- Controlar todo a partes aisladas del cuerpo</li> <li>- Movimientos creativos. Sensibilidad a la música</li> </ul>
<i>Inteligencia Naturalista</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Comprender el mundo natural y trabajar en él</li> <li>- Permite clarificar y usar características del medio ambiente</li> <li>- Utilización del conocimiento para resolver problemas y crear productos</li> </ul>
<i>Inteligencia Interpersonal</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sensibilidad a los sentimientos, creencias, disposiciones de ánimo e intenciones de otros.</li> <li>- Incluye aprovechar las habilidades interpersonales para lograr un fin</li> <li>- Habilidad para reflexionar analíticamente sobre el ambiente social</li> </ul>
<i>Inteligencia Intrapersonal</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Permite a los individuos formarse un modelo mental de sí mismos</li> <li>- Capacidad para distinguir los propios sentimientos</li> <li>- Autocomprensión, autorreflexión analítica</li> <li>- Dirige el conocimiento hacia metas personales o comunitarias</li> </ul>

Fuente: Los proyectos de aprendizaje. (2016)

## **2.2.- Ingeniería Inteligente**

Otra definición de inteligencia aportada por Howard Gardner es la siguiente: la capacidad para resolver problemas, o para elaborar productos que son de gran valor para un determinado contexto comunitario o cultural (Garner, 1995).

La anterior definición nos gusta especialmente ya que tiene una relación directa con la Ingeniería Industrial y es este concepto de inteligencia el que deberían desarrollar los egresados de ingeniería.

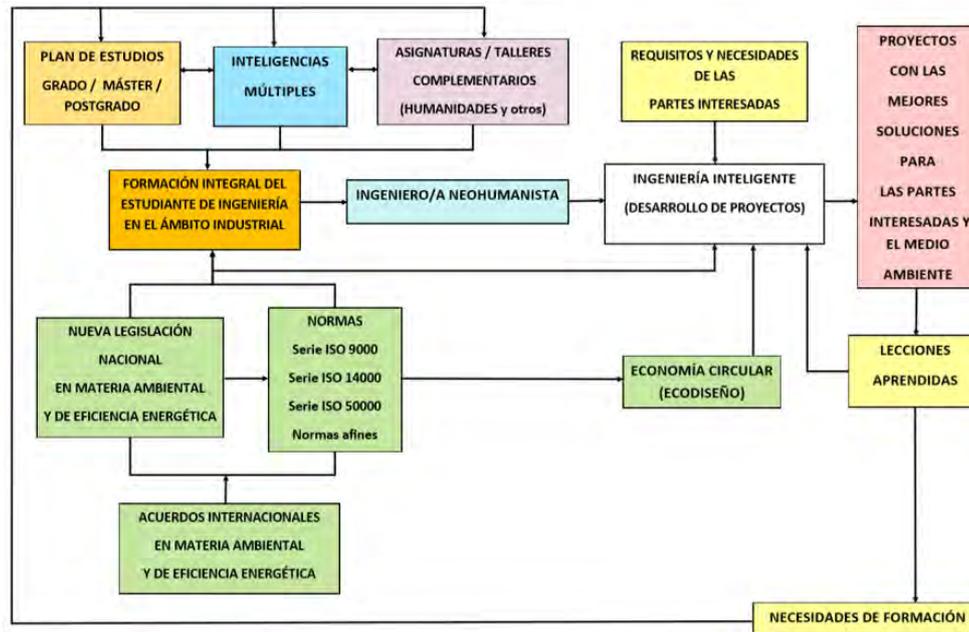
Consideramos Ingeniería inteligente la que desarrolla o propone las mejores soluciones para todas las partes interesadas (contexto comunitario o cultural).

Creemos que los “ingredientes” para conseguir desarrollar una Ingeniería inteligente son:

- La formación científico-técnica y humanista del ingeniero (inteligencias múltiples / habilidades profesionales)
- Liderada por Ingenieros Neohumanistas.
- El conocimiento y aplicación de las Normas ISO de gestión de sistemas
- El conocimiento de la actual y futura legislación nacional en materia de medio ambiente y de eficiencia energética orientadas a cumplir con los acuerdos internacionales en los que participa España.
- La aplicación de los requisitos de la Economía Circular (Ecodiseño).
- Los Requisitos y necesidades de las partes interesadas que puedan intervenir en un proyecto o que se vean afectadas por los resultados del mismo.
- Las Lecciones aprendidas derivadas de los proyectos desarrollados.

La figura 1 muestra la interrelación de los anteriores requisitos y como estos constituyen las entradas del proceso de aplicación de la Ingeniería Inteligente.

Figura 1. Desarrollo de la Ingeniería Inteligente



Fuente: Propia. (2018)

Como salidas en la figura 1 del proceso de aplicación de una Ingeniería Inteligente tenemos los proyectos desarrollados de los cuales se van a derivar unas Lecciones aprendidas que debemos tener en cuenta como nuevas entradas para la Ingeniería inteligente y para identificar nuevas necesidades de formación del Ingeniero Neohumanista.

### 2.3.- Interrelación de las Inteligencias múltiples con las titulaciones en el ámbito industrial

Históricamente es evidente el peso o aportación de la *Ingeniería Industrial* en el progreso de la humanidad, por lo que se espera que la *Ingeniería Industrial* va a ser de vital importancia para la nueva transformación de las actividades y procesos industriales a desarrollar en el futuro.

Actualmente los grados ofertados por las escuelas de ingeniería industrial de la Universidad Nacional de Educación a Distancia (UNED), Universidad Politécnica de Madrid (UPM) y Universidad Carlos III de Madrid (UC3M), son los siguientes:

- Ingeniería Mecánica
- Ingeniería Eléctrica
- Ingeniería Electrónica Industrial y Automática

*Aplicación de inteligencias múltiples en ingeniería industrial*

- Ingeniería en Tecnologías Industriales
- Ingeniería Química
- Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo de Producto
- Ingeniería de Organización Industrial

Como títulos de Máster universitarios:

- Ingeniería Industrial (Habilitante)
- Ingeniería del Diseño
- Investigación en Ingeniería Eléctrica, Electrónica y Control Industrial
- Ingeniería Avanzada de Fabricación
- Investigación en Tecnologías Industriales
- Ingeniería de Producción
- Ingeniería de Electromecánica
- Ingeniería en Diseño Industrial
- Ingeniería en Eficiencia Energética, en la Edificación, la Industria y el Transporte
- Ingeniería Química
- Automática y Robótica
- Ingeniería de Organización
- Ingeniería Mecánica
- Ingeniería Ambiental

Dentro de los planes de estudios de las anteriores titulaciones se puede establecer una relación entre los diferentes grupos de asignaturas y las Inteligencia múltiples (Tabla 2).

**Tabla 2. Interrelación de las Inteligencias múltiples con los grupos de asignaturas**

INTELIGENCIA	GRUPO DE ASIGNATURAS
Lógico-matemática	Todas las asignaturas de matemáticas y lógica.
Espacial	Dibujo Técnico, Dibujo Industrial, Modelado CAD.
Naturalista	Física, Química, Medio Ambiente, Energía.
Interpersonal	Asignaturas de habilidades profesionales.
Intrapersonal	Asignaturas de habilidades profesionales.
Lingüística	Asignaturas de habilidades profesionales.
Cinético-corporal	Prácticas de Laboratorios científicos y técnicos. Construcción de prototipos de equipos, máquinas y sistemas.
Musical	Sin correlación.

Fuente: Propia. (2018)

Si bien la inteligencia musical no se desarrolla en ninguna asignatura de las titulaciones del ámbito industrial, ésta puede tener relación con la inteligencia lógico-matemática o con la inteligencia lingüística.

La inteligencia musical y el resto de las inteligencias son necesarias para el desarrollo integral del egresado de ingeniería. Las anteriores titulaciones de ingeniería permiten al estudiante principalmente el desarrollo de las inteligencias lógico-matemática, espacial, naturalista y cinético-corporal. Las inteligencias interpersonal, intrapersonal, lingüística y musical entrarían dentro del ámbito de titulaciones de humanidades o estarían relacionadas con asignaturas de grados de humanidades, quedando fuera de los planes de estudios de las titulaciones en ingeniería del ámbito industrial, por lo que el estudiante debe desarrollar las cuatro inteligencias citadas mediante la formación complementaria de cursos o asignaturas relacionadas con las humanidades (Filosofía, Sociología, Psicología, Literatura, Historia, Historia de la música, Habilidades profesionales, etc.). Algunas titulaciones en el ámbito industrial, las asignaturas relacionadas con los Habilidades profesionales se ofertan como asignaturas optativas del grado o forman parte del plan de estudios de un máster universitario.

Si se analizan los dos hemisferios del cerebro por separado, encontramos que el hemisferio derecho es el hemisferio creador (música, imágenes, dibujos) y el hemisferio izquierdo es el hemisferio analítico (lenguaje, lógica, matemáticas), ambos hemisferios trabajan siempre juntos realizando un intercambio de información continuo y constante (Mora, 2013).

Se considera de vital importancia que el estudiante de ingeniería mejore su conocimiento de las humanidades, por lo que esta mejora le va a permitir la utilización completa de todas sus capacidades intelectuales, trabajando sus dos hemisferios del cerebro y aplicando todas las habilidades que les van a proporcionar sus inteligencias múltiples, favoreciendo su creatividad a la hora de desarrollar proyectos innovadores relacionados con los equipos, máquinas, sistemas, procesos e instalaciones industriales.

Puede ser un error para el desarrollo personal y profesional de los futuros ingenieros no contemplar el conocimiento de las disciplinas de las humanidades. Las humanidades contribuyen a formar mejores ingenieros o *Ingenieros Neohumanistas*, profesionales con una visión humana y cultural más amplia que un ingeniero tradicional, lo que les va a permitir ser más valiosos para la sociedad (Aguayo, 2011) (Cubero, 2009).

#### **2.4.- Talleres de habilidades profesionales**

Con el fin de ayudar a los estudiantes y egresados de ingeniería en el ámbito industrial desde la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales de la UNED se han desarrollado varios *Talleres de habilidades profesionales*.

Los *Talleres de habilidades profesionales* se pueden cursar tanto el estudiante de un grado de la citada escuela, como el estudiante de un posgrado, incluso también pueden matricularse profesionales del ámbito de la ingeniería industrial, con el fin de ayudarles a mejorar sus habilidades profesionales.

Los módulos de los *Talleres de habilidades profesionales* ofertados son los siguientes:

- Taller de habilidades profesionales aplicadas a la calidad y la energía
- Taller de habilidades profesionales aplicadas a la calidad y medio ambiente
- Taller de habilidades profesionales aplicadas a la calidad y los riesgos
- Taller de habilidades profesionales aplicadas a la energía y el medio ambiente

Los anteriores talleres permiten completar las competencias transversales del estudiante abordando las habilidades que va a necesitar en el día a día como son la comunicación eficaz, hablar en público, comunicación no verbal, el liderazgo, la resolución de conflictos y la gestión del tiempo, entre otras habilidades, realizando su aplicación en el ámbito de la *Ingeniería Industrial*.

La participación de un estudiante en los *Talleres de habilidades profesionales* indicados va a permitir desarrollar la inteligencia lingüística-verbal, la interpersonal, la intrapersonal y la naturalista.

### **3.- Conclusiones**

Si conseguimos formar ingenieros íntegros y responsables con lo que hacen, buscando el equilibrio en el beneficio de las partes interesadas, la sostenibilidad de las actividades industriales y el respeto al medio ambiente, es posible que desarrollen proyectos y trabajen como *Ingenieros Neohumanistas* bajo el concepto de una *Ingeniería Inteligente*, dicha orientación va a ser muy necesaria debido a que la *Ingeniería Industrial* en España se va a enfrentar en el futuro a nuevos retos estratégicos originados por la nueva legislación en materia de medio ambiente y eficiencia energética como son:

- La nueva ley de Cambio Climático y Transición energética
- La nueva Ley de Evaluación de Impacto Ambiental
- La futura Estrategia Española de Economía Circular
- La nueva ley de Contratos del Sector Público

Debido a la nueva legislación, el *Ecodiseño*, la *Economía Circular*, la serie de *Normas ISO 9000*, *ISO 14000* y la serie de *Normas ISO 50000* van a experimentar una gran demanda por parte de las diferentes organizaciones públicas y privadas de España.

## Referencias

- Tammet D. (2017). *La conquista del cerebro. Un viaje a los confines secretos de la mente*. Blackiebook Ed. España. 13-14 pp.
- ISO 9001. Sistemas de gestión de la calidad, Requisitos*. (2015). AENOR. Madrid. España. 14 pp.
- Alberca F. (2011). *Todos los niños pueden ser Einstein. Un método eficaz para motivar la inteligencia*. El Toromítico Ed. Madrid. España. 28 pp.
- Garner H. (1995). *Inteligencias múltiples. La teoría en la práctica*. Paidós Ed. España. 29-30 pp.
- Blanchard M. y Muzás M<sup>ª</sup>D. (2016). *Los proyectos de aprendizaje. Un marco metodológico clave para la innovación*. Narcea, S.A. de Ediciones Ed. Madrid. España. 41- 45 pp.
- Garner H. (1995). *Inteligencias múltiples. La teoría en la práctica*. Paidós Ed. España. 27 pp.
- Mora F. (2013). *Neuroeducación. Solo se puede aprender aquello que se ama*. Alianza Editorial Ed. Madrid. España. 41 pp.
- Aguayo F., Peralta M.E., Lama J.R. y Soltero V.M. (2011). *Ecodiseño. Ingeniería sostenible de la cuna a la cuna (C2C)*. RC Libros Ed. Madrid. España. XII pp.
- Cubero JJ. (2009). *La Responsabilidad Social de las Empresas en la Ingeniería*. FORUM CALIDAD N<sup>º</sup> 199. España. 56-60 pp.



## Cooperando: mayor satisfacción. Experiencias de dinámicas cooperativas en 1<sup>er</sup> curso de ingeniería en el área de expresión gráfica.

Egoitz Sierra<sup>a</sup>, Erlantz Lizundia<sup>a</sup>, Eneko Solaberrieta<sup>a</sup>, Mikel Iturrate<sup>a</sup> y Nestor Goikoetxea<sup>a</sup>

<sup>a</sup>Universidad del País Vasco UPV/EHU; departamento de expresión gráfica y proyectos de ingeniería  
[egoitz.sierra@ehu.eus](mailto:egoitz.sierra@ehu.eus)

---

### **Abstract**

*This article shows the benefits of active learning compared with traditional learning. It proves the importance of a fruitful discussion between peers. It is a sample of methodological change with no curricular change. It also shows the overall satisfaction of the students, who achieved an equal or even better academic performance than the students in the traditional learning environment. At the Faculty of Engineering in Bilbao, Engineering Graphics is a lecturer subject and it is assessed in a final exam. In three academic years, didactic interventions were carried out, introducing active methodologies in the experimental group, keeping the same content and evaluation as the control group. Taking into account also that the subject of Engineering Graphics is taught in large groups and with novel students of 1<sup>st</sup> course of engineering. A cooperative dynamic (jigsaw) was selected. The main feature of this method is that the students' knowledge is developed by themselves and the teacher does not explain any theory and practice linked to the subject. The teacher advises students in their learning process. The quantitative and qualitative analysis of the data collected shows that the use of a cooperative dynamic has a positive effect on the learning of the students.*

**Keywords:** *engineering teaching, active learning, cooperative dynamics, peer discussion.*

---

### **Resumen**

*El presente artículo muestra el beneficio de la enseñanza activa en un entorno de enseñanza tradicional. Es una muestra: de la importancia de la dis-*

*Cooperando mayor satisfacción. Experiencias de dinámicas cooperativas en 1er curso de ingeniería en el área de expresión gráfica: mismo contenido y evaluación con mejor resultado.*

*cusión entre pares frente a la explicación del profesor; del cambio metodológico sin modificar el curriculum (contenido); y de la satisfacción generalizada del alumnado con igual o mejor rendimiento académico. En la Escuela de Ingeniería de Bilbao UPV/EHU, la asignatura de Gráficos de Ingeniería está colegiada y tiene un examen final como prueba de evaluación. Durante tres cursos se han realizado intervenciones didácticas introduciendo metodologías activas en el grupo experimental, manteniendo el mismo temario y evaluación que el grupo de control. La metodología elegida es una dinámica cooperativa (jigsaw) en la que su característica más importante es que el conocimiento es desarrollado por estudiantes en grupo (discusión entre pares) y que el profesor no explica ni la teoría ni la práctica ligada al conocimiento en cuestión, el profesor asesora a los estudiantes en su proceso de aprendizaje. El análisis cuantitativo y cualitativo de los datos recogidos muestra que el empleo de dinámicas cooperativas es beneficioso para la docencia, teniendo en cuenta además que la asignatura de Gráficos de Ingeniería se imparte en grupos grandes y con estudiantes de 1er curso.*

**Palabras clave:** *educación en ingeniería, aprendizaje activo, dinámicas cooperativas y discusión entre pares.*

## **Introducción**

El objetivo de las intervenciones didácticas y el posterior análisis que se presenta en este artículo, no es otro que el de tratar de mejorar el aprendizaje en las enseñanzas técnicas. Para ello, primero se describe el contexto que induce a realizar esta intervención. Posteriormente se detalla la metodología empleada y se presentan los datos recabados para justificar las conclusiones en el último apartado.

Las metodologías activas son una garantía de mejora en la educación y las dinámicas cooperativas son una herramienta muy valiosa en este sentido (Wilson and Harris, 2003). Las dinámicas cooperativas aumentan el compromiso del estudiante con su aprendizaje (Zepke and Leach, 2010). Aunque a nivel teórico las metodologías activas son ampliamente conocidas, su puesta en marcha o aplicación crean una gran incertidumbre y desconfianza entre aquellos docentes que mayormente no las han puesto en práctica, fomentando una opinión desfavorable entre los propios docentes y estudiantes. En más de un artículo se refleja la “gran” influencia del parecer del profesor sobre las expectativas y reacciones del estudiante. Las críticas a las metodologías activas denuncian peores resultados académicos, necesidad de reducción de temarios o necesidad de mayores recursos (materiales, humanos, tiempo ...) (Nguyen et al., 2017) (Sherman, Sanders and Kwon, 2010).

Este artículo trata de mostrar una experiencia real de dinámica cooperativa (metodologías activas y sociales) frente a metodologías tradicionales en igualdad de condiciones. Se trata de realizar un cambio en la metodología sin tocar el temario ni el medio de evaluación.

En el curso y área de conocimiento donde se ha realizado la experiencia existe una inercia hacia la enseñanza tradicional: la clase magistral, basada en el trabajo individual del estudiante y examen final como herramienta de evaluación. La metodología más empleada se fundamenta en la transmisión de conocimientos (conceptos, procesos, actitudes). Después de una presentación de la teoría por parte del docente, este vuelve a mostrar y resolver una serie de ejercicios tipo que muchas veces van acompañados del resultado (Sierra et al, 2013). El currículum acaba siendo una secuencia de teorías y procedimientos a explicar por el docente, adecuadas a la velocidad expositiva del docente y no se basa en un programa de actividades a desarrollar por el estudiante mediante las cuales trabaja y asimila los conceptos, procedimientos y actitudes. Como resultado la mayoría de los estudiantes solo sabrán, como mucho, resolver los ejercicios tipo que les han mostrado. El estudiante no tiene autonomía para resolver problemas de otro tipo involucrados en el mismo conocimiento. El estudiante depende enteramente de la explicación del profesor, y además esta dependencia es pasiva, es decir, el estudiante solo escucha, y solo se activa cuando se le indica que resuelva un ejercicio tipo. De esta manera el estudiante solo sabe discurrir por el camino indicado por el docente (Garmendia, Gisasola and Sierra, 2007) (Gisasola et al., 2002).

En este estudio se emplean las dinámicas cooperativas (Pujolas and Lago, 2013) (Johnson DW, Johnson RT and Stanne, 2000) para fomentar la autonomía y actividad del estudiante (Dimensión social del conocimiento) (Vygotsky, 1934).

La intervención realizada (4 semanas) no modifica las competencias, el temario, ni el sistema de evaluación. La dinámica cooperativa empleada jigsaw tiene como característica principal el repartir el conocimiento a desarrollar entre los estudiantes del grupo, y ayudándose mutuamente lo analizan y comparten; sin que el profesor haya expuesto los contenidos previamente. El método activo empleado en este estudio exige una mínima adaptación y, por lo tanto, una menor inversión de tiempo y esfuerzo por parte del docente. Hay que cambiar el formato, pero no el contenido, ni el sistema de evaluación. Por lo tanto, las dinámicas cooperativas empleadas son una manera “bastante rentable” de pasar al aprendizaje activo sin grandes inversiones.

## **Metodología**

En el 1er curso de ingeniería, en la Escuela de Ingeniería de Bilbao, hay 5 grupos de estudiantes de primera convocatoria, es decir estudiantes noveles, y otros 2 grupos más de alumnos repetidores. Los criterios de creación de estos grupos principalmente son el idioma de enseñanza (euskera/castellano/inglés) y la nota de acceso.

*Cooperando mayor satisfacción. Experiencias de dinámicas cooperativas en 1er curso de ingeniería en el área de expresión gráfica: mismo contenido y evaluación con mejor resultado.*

En esta investigación, en el curso 2015/2016 han participado 3 de los 5 grupos de primera convocatoria. Uno de ellos ha sido el grupo experimental, mientras que los otros dos han funcionado como grupos de control. En los cursos 2016/2017 y 2017/2018, los grupos de control han estado constituido por los alumnos de los otros 4 grupos, por lo que todos los alumnos en primera convocatoria han participado en este estudio.

Se analiza los datos de acceso de cada alumno para justificar la homogeneidad existente entre los grupos de control y el grupo experimental, y poder compararlos después de la intervención. Al final de cuatrimestre el grupo experimental realiza una encuesta para recabar datos de motivación y satisfacción. A partir de estos datos se realizará el análisis cualitativo para mostrar la validez de las dinámicas cooperativas. Mediante la dinámica cooperativa jigsaw se desarrolla 1/3 del “temario” de la asignatura de Expresión Gráfica durante 4 semanas (guía de la asignatura, 2016). Esta parte del temario tiene asignado un ejercicio específico en el examen final y, por lo tanto, dicho ejercicio sirve para contrastar cuantitativamente el grupo experimental con los grupos de control. En este estudio se han empleado datos cuantitativos y cualitativos; test con preguntas cerradas (Likert 1-5); test con respuestas abiertas (open-ended questions); post-test; grupo control para buscar diferencias. Son herramientas adecuadas para poder realizar el análisis de la intervención realizada (Sahdish, Cook and Campbell, 2002).

Durante 4 semanas, los estudiantes trabajan en grupos cooperativos de 4 estudiantes. La dinámica consta de 3 fases: En la primera cada estudiante desarrolla la parte del temario que se le ha asignado individualmente, siguiendo la bibliografía y realizando ejercicios específicos de su parte (se divide el conocimiento en 4 partes iguales). Esta fase se realiza mediante la estrategia “clase invertida” (Lucke, Dunn and Christie; 2017). Al final de esta fase los estudiantes con el mismo conocimiento asignado se reúnen y resuelven en grupo las dudas que les han surgido. Por lo tanto, el estudiante afronta el descubrimiento del nuevo conocimiento primero individualmente y posteriormente con la ayuda de sus compañeros mediante la estrategia de clase invertida. Esta fase grupal es la más eficiente de los diferentes tipos de clase invertida (Foldnes, 2016). En la segunda fase los estudiantes se juntan en grupos de 4, cada uno tiene asignada una parte diferente del conocimiento, y comparten sus conocimientos mediante la realización de ejercicios en los que se integran las cuatro partes en las que se ha dividido la materia. En la última fase, finalizan el proceso de asimilación del conocimiento resolviendo unos ejercicios en grupo e individualmente sin la ayuda del profesor, que serán entregados y evaluados como última etapa del proceso (evaluación formativa). Esta última parte de exámenes individuales y grupales son de vital importancia en el aprendizaje cooperativo, dado que dan sentido y cristalizan los logros de las discusiones entre estudiantes (Herrmann, 2013). Semanas más tarde, en el examen tendrán que resolver individualmente un ejercicio específico. El contraste cuantitativo entre el grupo experimental y los grupos de control se realizará a partir de las calificaciones obtenidas en dicho ejercicio corregido colegiadamente (corregidos por temática).

Los diversos grupos que forman el grupo de control siguen una docencia tradicional en la que hay un desarrollo secuencial del temario por parte del profesor intercalando la resolución de ejercicios tipo.

En el grupo experimental, al emplear la dinámica jigsaw, las 4 partes en las que se divide la materia a aprender mediante métodos activos, se desarrollan en paralelo. En la primera fase, cada estudiante desarrolla sólo una parte, pero en la segunda fase, cada estudiante empieza a trabajar con todas las partes de la materia. Van profundizando y asimilando el conocimiento mientras discuten entre pares las diferentes soluciones a los problemas planteados como programa de actividades.

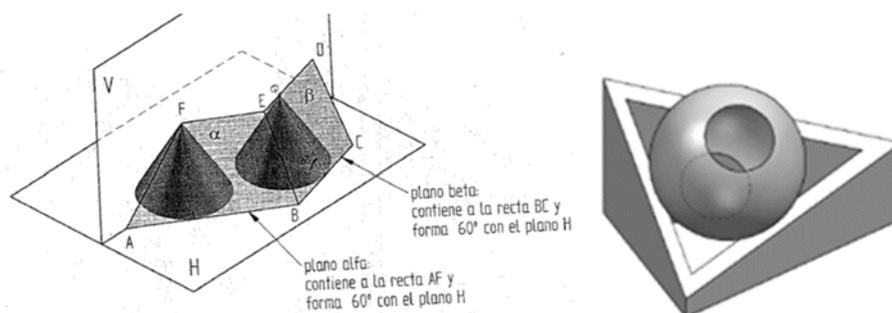
El profesor sigue teniendo un papel vital en la docencia, pero en las horas presenciales, su protagonismo desaparece y pasa a un segundo plano. Solo trata de guiarles en su aprendizaje, no explica, asesora al estudiante en su proceso de aprendizaje. Son los estudiantes entre ellos, en grupos cooperativos, los que desarrollan el conocimiento (Barak and Shachar, 2008) (Williams, 2011).

### Temario desarrollado: Lugares Geométricos

El conocimiento de esta parte del temario en la que se realiza la intervención es conocido como “lugares geométricos”. Se denomina Lugar Geométrico al conjunto de puntos del espacio (o del plano) que cumplen una determinada *condición geométrica común*. Cualquier figura geométrica se puede definir como el lugar geométrico de los puntos que cumplen ciertas propiedades si todos los puntos de dicha figura cumplen esas propiedades y todo punto que las cumple pertenece a la figura (Bertoline and Wiebe, 2002).

El objetivo de esta parte del temario es el de análisis, planteamiento gráfico y resolución de problemas métricos y de posición espacial empleando las propiedades de los lugares geométricos más frecuentes en la técnica (recta, plano, cilindro, cono, esfera). En las fig. 1<sup>a</sup> y 1<sup>b</sup> se observan 2 situaciones de condicionamiento geométrico.

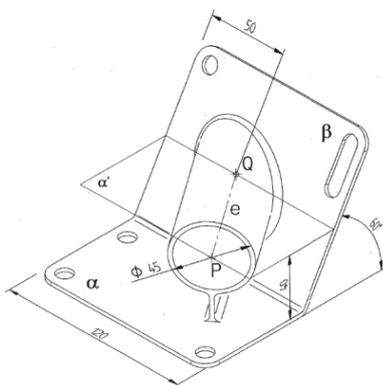
Figura 1<sup>a</sup> : planos con condiciones angulares      Figura 1<sup>b</sup>: posición de equilibrio de una esfera



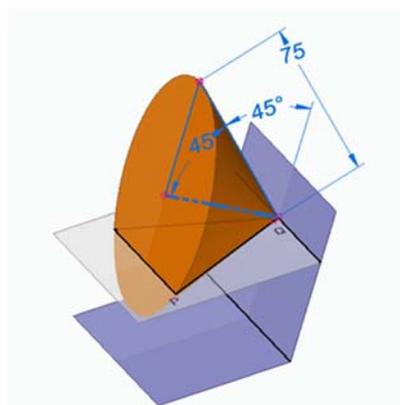
*Cooperando mayor satisfacción. Experiencias de dinámicas cooperativas en 1er curso de ingeniería en el área de expresión gráfica: mismo contenido y evaluación con mejor resultado.*

**SOPORTE PARA EJE:** Se trata de situar el eje PQ, sabiendo su longitud (75mm), la posición del punto Q (50,40), la altura del punto P (40) y la condición angular de  $45^\circ$  respecto al plano  $\beta$  (el plano  $\beta$  tiene  $60^\circ$  respecto al plano  $\alpha$  horizontal fig.2<sup>a</sup>. En la fig.2<sup>b</sup> se plantea la solución, el cono cumple con la condición angular, todas sus generatrices forman  $45^\circ$  con el plano  $\beta$ , su eje es perpendicular al plano  $\beta$ . La recta solución (PQ) será la intersección del cono con el plano horizontal de cota 40.

**Figura 2<sup>a</sup>: enunciado ejercicio de examen**



**Figura 2<sup>b</sup>: solución ejercicio de examen**



## Resultados

Para mostrar que los grupos al principio del proceso son homogéneos y, por lo tanto, comparables, se analizan los datos de entrada a todos los estudiantes del grupo experimental y de control.

Se ha protegido la confidencialidad y protección de datos de los estudiantes según el Reglamento de Protección de Datos de la UPV/EHU y la Ley de Protección de Datos (Ley Orgánica 15/1999), y se ha abierto para ello el fichero de alta seguridad en la Agencia Vasca de Protección de Datos con nombre "INA-0062", cuyo número de registro es 2080310018. El análisis estadístico de los datos se ha realizado con el programa IBM SPSS statistics 24.

En el curso 2015/2016 se forman 5 grupos de estudiantes de 1era convocatoria. Uno de los grupos es el experimental (76 estudiantes) y el grupo de control lo formaran otros dos (150 estudiantes). En el curso 2016/2017 se amplía el grupo de control a 280 estudiantes, cuatro grupos. Y en el curso 2017/2018 el grupo de control asciende a 305 alumnos, constituido por cuatro grupos también. Con el fin de ampliar el tamaño de muestra para realizar el análisis estadístico se refleja también el grupo de control total (GCT) que lo compone la suma de todos los grupos de control.

**Tabla 1: datos de los grupos a principio de curso**

2015/ 2016	M	N1 (NM)	N1 (N)	N1 (%)	N2 (NM)	N2 (N)	N2 (%)	N3 (NM)	N3 (N)	N3 (%)
<b>G Exp</b>	<b>76</b>	<b>11,32</b>	<b>72</b>	<b>94</b>	<b>8,02</b>	<b>71</b>	<b>93</b>	<b>6,97</b>	<b>49</b>	<b>64</b>
GC1	74	10,78	23	31	7,67	21	28	7,37	15	20
GC2	79	11,41	28	35	8,09	27	34	7,78	23	29
<b>GCT</b>	<b>153</b>	<b>11,12</b>	<b>51</b>	<b>33</b>	<b>7,88</b>	<b>48</b>	<b>31</b>	<b>7,58</b>	<b>38</b>	<b>24</b>
2016/ 2017	M	N1 (NM)	N1 (N)	N1 (%)	N2 (NM)	N2 (N)	N2 (%)	N3 (NM)	N3 (N)	N3 (%)
<b>G Exp</b>	<b>72</b>	<b>11,30</b>	<b>68</b>	<b>94</b>	<b>7,98</b>	<b>68</b>	<b>94</b>	<b>6,55</b>	<b>46</b>	<b>63</b>
GC1	79	10,3	52	65	7,5	51	64	5,8	34	43
GC2	74	11,1	71	95	7,7	70	94	7,0	51	68
GC3	70	9,5	37	52	7,4	35	50	6,8	19	27
GC4	60	11,0	56	93	7,9	54	90	6,4	37	61
<b>GCT</b>	<b>283</b>	<b>10,80</b>	<b>216</b>	<b>76</b>	<b>7,67</b>	<b>210</b>	<b>74,20</b>	<b>6,58</b>	<b>141</b>	<b>49</b>
2017/ 2018	M	N1 (NM)	N1 (N)	N1 (%)	N2 (NM)	N2 (N)	N2 (%)	N3 (NM)	N3 (N)	N3 (%)
<b>G Exp</b>	<b>88</b>	<b>10,65</b>	<b>70</b>	<b>79</b>	<b>8,1</b>	<b>70</b>	<b>79</b>	<b>6,1</b>	<b>36</b>	<b>40</b>
GC1	75	11,28	52	69	7,95	49	65	7,28	41	54
GC2	72	9,45	23	31	7,29	21	29	4,45	14	19
GC3	83	11,1	55	66	8,14	53	63	6,75	38	45
GC4	75	11,02	62	82	8,1	61	81	6,06	27	36
<b>GCT</b>	<b>305</b>	<b>10,90</b>	<b>192</b>	<b>62</b>	<b>7,95</b>	<b>184</b>	<b>60</b>	<b>6,51</b>	<b>120</b>	<b>39</b>

En la tabla 1 se refleja como N1, la nota de acceso a la Escuela de Ingeniería de Bilbao, esta nota es una media ponderada de los cursos previos a la universidad y de la prueba de acceso a la universidad, es una calificación sobre 14 puntos. Se refleja como N2, la nota de la prueba de acceso a la universidad, es una calificación sobre 10 puntos. La prueba de acceso a la universidad consta de diferentes áreas de conocimiento, y se refleja en la tabla 1 la nota de Dibujo en la citada prueba, se refleja como N3, es una calificación sobre 10 puntos. Estos datos reflejan el nivel académico del estudiante en el proceso previo de acceso a la universidad. Se refleja para cada grupo la nota media (NM). En la tabla 1 se refleja para cada grupo el nº de estudiantes matriculados (M), el tamaño de muestra (N) y el % de estudiantes que han respondido a la encuesta de los datos de acceso.

El primer análisis de los datos refleja una mayor veracidad o reflejo de la situación real del grupo experimental que la realidad del grupo de control. El porcentaje de estudiantes que responden a la encuesta es mayor en el grupo experimental que el del control, reflejo de un mayor compromiso o implicación con el aprendizaje. Los datos reflejan una cierta igualdad

*Cooperando mayor satisfacción. Experiencias de dinámicas cooperativas en 1er curso de ingeniería en el área de expresión gráfica: mismo contenido y evaluación con mejor resultado.*

de medias en todos los apartados (tabla 1). En el curso 2015/2016 el grupo experimental frente al grupo de control total es el de mayor media en la N1 y N2, pero hay un grupo de control con mejor media que él. En el curso 2016/2017 el grupo experimental frente al grupo de control total es el de mejor media pero con un grupo de control muy cerca de él. En el curso 2015/2016 es el de media más baja en la N3 y en curso 2016/2017 está por el medio de los grupos de control. En el curso 2017/2018 los datos reflejan una situación de partida similar entre los grupos. Por lo tanto, los datos reflejados en las tabla 1 avalan la comparación entre grupos, los grupos son homogéneos al principio del curso y por lo tanto, comparables. En ambos cursos los valores son similares para todos los grupos y el grupo experimental no es siempre el mejor.

**Tabla 2: datos del ejercicio del examen final**

2015/16	M	N	% (P/M)	A	1%	2%	NM
<b>G Exp</b>	<b>76</b>	<b>72</b>	<b>94,74</b>	<b>7</b>	<b>9,21</b>	<b>9,72</b>	<b>2,62</b>
GC1	74	56	75,68	1	1,35	1,79	1,13
GC2	79	69	87,34	5	6,33	7,25	2,45
<b>GC TOTAL</b>	<b>153</b>	<b>125</b>	<b>81,70</b>	<b>6</b>	<b>3,92</b>	<b>4,80</b>	<b>1,86</b>
2016/17	M	N	% (P/M)	A	1%	2%	NM
<b>G Exp</b>	<b>72</b>	<b>63</b>	<b>87,50</b>	<b>8</b>	<b>11,11</b>	<b>12,70</b>	<b>2,59</b>
GC1	79	57	72,15	2	2,53	3,51	1,87
GC2	74	60	81,08	1	1,35	1,67	2,25
GC3	70	55	78,57	0	0,00	0,00	1,36
GC4	60	54	90,00	2	3,33	3,70	2,12
<b>GC TOTAL</b>	<b>283</b>	<b>226</b>	<b>79,86</b>	<b>5</b>	<b>1,77</b>	<b>2,21</b>	<b>1,97</b>
2017/18	M	N	% (P/M)	A	1%	2%	NM
<b>G Exp</b>	<b>86</b>	<b>67</b>	<b>77,9</b>	<b>27</b>	<b>31,3</b>	<b>40,2</b>	<b>4,23</b>
GC1	73	61	81,3	28	38,3	45,9	4,85
GC2	70	38	52,8	9	12,8	23,6	3,03
GC3	81	66	79,5	25	30,8	37,8	4,3
GC4	73	69	92,0	18	24,6	26,1	3,47
<b>GC TOTAL</b>	<b>297</b>	<b>234</b>	<b>78,7</b>	<b>80</b>	<b>26,9</b>	<b>34,1</b>	<b>4,00</b>

La tabla 2 muestra los datos del ejercicio de lugares geométricos del examen final: N° matriculados (M); N° presentados al examen (N); N° aprobados (A); 1%: porcentaje de estudiantes sobre matriculados; 2%: porcentaje de estudiantes sobre presentados; NM: nota media. Los datos del ejercicio del examen final (tabla2) reflejan una pauta: el grupo experimental esta siempre por encima. Los datos expresados reflejan que los resultados académicos, es decir, los resultados de la prueba de evaluación son más satisfactorios en el grupo experimental que en el de control. En la mayoría de los valores reflejados, el grupo experimental esta siempre por encima. Comparándolo frente al GCT muestra mayor asistencia a la prueba evaluatoria final (94%, 87% y 77,9% frente a 81%, 79% y 78,7%); mayor número de aprobados (9%, 12% y 42% frente a 4%, 2% y 34%); y mejor nota media (2,62; 2,59 y 4,23 frente a 1,79; 1,90 y 4,00).

Tabla3: encuesta de satisfacción sobre la metodología empleada (2015/2016; 2016/2017 y 2017/2018)

Metodología Tradicional (media)		Metodología cooperativa (jigsaw) (media)	
¿Entiendes al profesor?	3,54	¿Entiendes a tu compañero?	3,94
Motivación tradicional	3,36	Motivación cooperativa	3,89
Esfuerzo en clase	3,43	Esfuerzo en clase	3,85
Esfuerzo en casa	3,86	Esfuerzo en casa	3,52
<b>“¿Cómo aprendes mejor en clase expositiva o en clase cooperativa?” (n=74)</b>			
8 a favor tradicional (10%)		55 a favor cooperativo (74%)	
si nadie sabe la respuesta nos atascamos		disponemos de más tiempo para recibir explicaciones y es más personal	
me quedan más claros los conceptos		"resuelvo las dudas al momento y las clases son más dinámicas	
no me apaño bien en los grupos, prefiero hacerlo solo porque explica el profesor		los que no nos atrevemos a preguntar al profesor resolvemos las dudas entre nosotros estamos obligados a trabajar por los compañeros	
Metodología Tradicional (media)		Metodología cooperativa (jigsaw) (media)	
¿Entiendes al profesor?	3,51	¿Entiendes a tu compañero?	3,74
Motivación tradicional	3,18	Motivación cooperativo	3,71
Esfuerzo en clase	3,04	Esfuerzo en clase	3,81
Esfuerzo en casa	3,99	Esfuerzo en casa	3,56
<b>“¿Cómo aprendes mejor en clase expositiva o en clase cooperativa?” (n=68)</b>			
5 a favor tradicional (7%)		56 a favor cooperativo (82%)	
Son necesarias las explicaciones del profesor antes de hacer nada		al tener que explicar a los compañeros interiorizas mejor	
cada uno debe de corregir sus propios errores		dispones de 3 fuentes de conocimiento: tu, los compañeros y el profesor	
falta de seguridad en el conocimiento de los compañeros		nos esforzamos más, me implico más, me entretengo más	
nos quedamos sin ideas		nos entendemos mejor entre nosotros	
Metodología Tradicional (media)		Metodología cooperativa (jigsaw) (media)	
¿Entiendes al profesor?	3,35	¿Entiendes a tu compañero?	3,67
Motivación tradicional	3,11	Motivación cooperativo	3,27
Esfuerzo en clase	3,27	Esfuerzo en clase	3,96
Esfuerzo en casa	3,75	Esfuerzo en casa	3,72
<b>“¿Cómo aprendes mejor en clase expositiva o en clase cooperativa?” (n=62)</b>			
4 a favor tradicional (7%)		58 a favor cooperativo (93%)	
A medida que el docente explica puedo ir anotando y pensando lo que estamos haciendo en mis apuntes, sin tener que compartir nada en grupo.		Fomenta el autoaprendizaje y la conexión entre los conocimientos. Además al ser en grupo fomenta el trueque del conocimiento	
Creo que aprendí menos, porque los compañeros de clase explican la práctica asociada a su conocimiento, pero después, yo no he hecho esta práctica.		Ponemos en práctica lo aprendido y además el ambiente es mejor.	
Aprendo más en una clase expositiva porque en grupo hacemos poco.		Para explicar a los compañeros hay que dominar el conocimiento; aprendo más y las dudas de los demás me ayudan	

*Cooperando mayor satisfacción. Experiencias de dinámicas cooperativas en 1er curso de ingeniería en el área de expresión gráfica: mismo contenido y evaluación con mejor resultado.*

Aunque se han analizado más resultados estadísticos, no se ha obtenido ninguna conclusión más profunda con el análisis de los mismos. En este estudio solo se pretende reflejar de una manera objetiva la conclusión de que el grupo experimental tiende a estar por encima del grupo de control en el resultado de la prueba evaluatoria final.

El grupo experimental realiza una encuesta de opinión y satisfacción sobre la metodología empleada al final del periodo de intervención. Se les pide que valoren los diferentes tipos de docencia en una escala Likert 1-5. También tienen oportunidad de expresar su opinión (open-ended question). En la siguiente tabla 4 se reflejan los resultados y opiniones. El grupo experimental afirma entender mejor a su compañero que al profesor, las diferencias de satisfacción son estadísticamente significativas (tabla 3). Por otro lado, las clases cooperativas motivan más, aunque les exige más esfuerzo presencialmente, esfuerzo que se ve recompensado en las horas no presenciales que disminuyen, frente a la enseñanza tradicional, en la que es mayor el esfuerzo individual en las horas no presenciales. En esta encuesta aparece también la creencia de que el profesor es el único experto (Kelly and Fetherston, 2008), pero es una creencia minoritaria. Se contrarresta con argumentos a favor de la motivación y el saber compartido (tabla 3).

## **Conclusiones**

La casuística del proceso aprendizaje-enseñanza es muy compleja y no es el fin de este artículo ahondar en todas las causas ni medir exhaustivamente sus efectos, pero sí poner de manifiesto una tendencia a la mejora en la enseñanza universitaria mostrando una experiencia real de aprendizaje activo y en grupo mediante dinámicas cooperativas, que deja satisfechos tanto a estudiantes como a los profesores implicados.

Las calificaciones del ejercicio que sirve como herramienta de evaluación tienden a un mejor resultado (tabla 2). Hay que tener en cuenta que la asistencia ha sido mayor en el grupo experimental, lo cual da mayor valor a los resultados obtenidos. La mayor asistencia por parte del grupo experimental es reflejo del mayor “compromiso” adquirido por parte del estudiante. Por lo tanto, en esta experiencia, la docencia realizada en grupos cooperativos es tan eficaz o más que la tradicional.

La conclusión de la encuesta de satisfacción y opinión (tabla 3) es que los estudiantes piden más docencia de este tipo, petición que refleja la necesidad de “democratizar” el aprendizaje, es decir, la necesidad (o conveniencia) de que los estudiantes participen más activamente en su propio aprendizaje (Snape and Turnbull, 2013) (Bencze, 2010, 2000).

Siendo conscientes de que el docente tiene una influencia en la actitud de los estudiantes frente al aprendizaje activo (Nguyen et al., 2017), hay que puntualizar que la principal actividad del docente ha sido la de permanecer en silencio, observar y asesorar cuando se lo

solicitasen. En la dinámica cooperativa empleada, jigsaw, la mayor parte del tiempo presencial los estudiantes interactúan entre ellos en grupo, es decir sin la influencia del profesor. Por lo tanto, se entiende que, de alguna manera, la influencia del profesor en la actitud de los alumnos se ha visto minimizada. La labor del profesor es la de diseñar la situación de aprendizaje y asesorar al estudiante en el desarrollo de la misma. Son estas situaciones “profundas” de aprendizaje las que “enganchan” al estudiante en su aprendizaje (Kuh et al., 2006). Reflejo de ello es la respuesta de un estudiante en la encuesta de satisfacción “lo mejor del curso”.

El análisis cuantitativo y cualitativo de los datos recogidos muestra que el empleo de dinámicas cooperativas es beneficioso para la docencia, teniendo en cuenta, además que la asignatura de Gráficos de Ingeniería se imparte en grupos grandes y con estudiantes de 1er curso de ingeniería.

### **Agradecimientos :**

Esta iniciativa de renovación pedagógica ha obtenido un Proyecto de Innovación Educativa de la Universidad del País Vasco UPV/EHU en la convocatoria de 2015/2017.

### **Referencias :**

- Barak M and Shachar A (2008). Projects in Technology Education and Fostering Learning: the potential and its realization. *Journal of Science Education and Technology* DOI 10.1007/s 10956-008-9098-2
- Bertoline G and Wiebe E (2002). *Technical graphics communication*. McGraw-Hill Higher Education. ISBN: 007365598
- Bencze J (2010) Promoting student-led science and technology projects in elementary teacher education: entry into core pedagogical practices through technological design. *International Journal of Technology and Design Education*. 20: 43-62. DOI: 10.1007/s 10798-008-9063-7
- Bencze J (2000) Democratic constructivist science education: enabling egalitarian literacy and self-actualization. *Journal of curriculum studies* 32:6, 847-865 DOI: 10.1080/00220270050167206
- Foldnes N (2016). The flipped classroom and cooperative learning: Evidence from a randomised experiment  
*Active Learning in Higher Education*, Vol. 17(1) 39–49, DOI:10.1177/1469787415616726
- Garmendia M, Guisasaola J and Sierra E (2007), First-year engineering students’ difficulties in visualization and drawing tasks. *European Journal of Engineering Education*. 32-3: 315–323, DOI 10.1080/03043790701276874
- Guisasaola J, Almudi’ M, Ceberio M and Zubimendi JL (2002) A teaching strategy for enhancement of physics learning in the first year of industrial engineering, *European Journal of Engineering Education*, 27-4: 379–391. DOI: 10.1080/03043790210166675

*Cooperando mayor satisfacción. Experiencias de dinámicas cooperativas en 1er curso de ingeniería en el área de expresión gráfica: mismo contenido y evaluación con mejor resultado.*

- Herrmann (2013). The impact of cooperative learning on student engagement: Results from an intervention  
Active Learning in Higher Education 14(3) 175–187, DOI: 10.1177/1469787413498035
- Johnson DW, Johnson RT and Stanne MB (2000) Cooperative Learning Methods: A Meta-Analysis. The Cooperative Learning Center, The University of Minnesota (electronic version). Available at: [www.ccsstl.com/sites/default/files/Cooperative%20Learning%20Research%20.pdf](http://www.ccsstl.com/sites/default/files/Cooperative%20Learning%20Research%20.pdf)
- Kelly R and Fetherston B (2008) Productive contradictions: Dissonance, resistance and change in an experiment with cooperative learning. *Journal of Peace Education* 5(1): 97–111.
- Kuh G, Kinzie J, Buckley J et al. (2006) What matters to student success: A review of the literature. *Commissioned Report for the National Symposium on Postsecondary Student Success: Spearheading a Dialog on Student Success*. [http://nces.ed.gov/IPEDS/research/pdf/Kuh\\_Team\\_Report.pdf](http://nces.ed.gov/IPEDS/research/pdf/Kuh_Team_Report.pdf)
- Lucke T, Dunn P and Christie M (2017) Activating learning in engineering education using ICT and the concept of “flipping classroom”, *European journal of engineering education*, DOI 10.1080/03043797
- Nguyen K, Husman J, Borrego M, Shekhar P, Prince M, Demobrun M, Finelli C, Henderson C and Waters C (2017) Students’ expectations, types of instruction, and instructor strategies predicting student Response to active learning, *Internatiopnal journal of engineering education* vol33, 2017
- Pujolàs P and Lago (2013) Proyecto PAC: Programa CA/AC (“Cooperar para Aprender / Aprender a Cooperar”) para enseñar a aprender en equipo, *Universidad de Vic. Laboratorio de Psicopedagogía*.
- Shadish W, Cook T and Campbell D (2002) Experimental and Quasi-Experimental Designs for Generalized
- Causal Inference. Boston: Houghton Mifflin Company. ISBN: 978-0395615560
- Sehrman T, Sanders M and Kwon Hyuksoo (2010) Teching in middle school Technology Education: a review o recent practices, *International journal of Technology and Design education*, 20:367-379 , DOI 10.1007/s10798-009-9090-z
- Snape P and Turnbull W (2013) Perspectives of authenticity: implementation in technology education. *International Journal of Technology and Design Education*. DOI: 10.1007/s10798-011-9168-2
- Sierra E, Garmendia M, Garicano X and Solaberrieta, E (2013) “*Lectura de planos industriales: una propuesta de enseñanza-aprendizaje para las escuelas de ingeniería*”, *DYNA* 88-5: 591-600. DOI 10.6036/5543
- Teaching guide “27306-graficos de ingeniería” (2016) (web ETSI Bilbao) <http://www.chu.eus/es/web/agip/ikasgaiak?>
- Vytgotsky (1934) “*Pensamiento y lenguaje*”, Paidós Ibérica 2010, ISBN 9788449323980
- Williams P (2011) Research in technology education: looking back to move forward. *International Journal of Technology and Design Education*, 23:1-9. DOI 10.1007/s 10798-011-9170-8
- Wilson V and Harris M (2003) Desining the best: A review of effective Teaching and Learning of Design and Technology, *International journal of Technology and Design education* 13, 223-242
- Zepke N and Leach L (2010) Improving student engagement: Ten proposals for action, *Active Learning in Higher Education* 11(3) 167–177, DOI: 10.1177/1469787410379680



## **Cognición a través de casos en el área de Acondicionamiento e Instalaciones de la E.T.S. de Arquitectura de Valladolid**

**Alberto Meiss<sup>a</sup> y Miguel Ángel Padilla Marcos<sup>b</sup>**

<sup>a</sup>Departamento de Construcciones arquitectónicas, I.T. y M.M.C. y T.E., Universidad de Valladolid, meiss@arq.uva.es, <sup>b</sup>Departamento de Construcciones arquitectónicas, I.T. y M.M.C. y T.E., Universidad de Valladolid, miguelangel.padilla@uva.es

---

### ***Abstract***

*Coming from the key principle that teaching can only be understood as the "quality of helping the students to learn through methods that generate a sustained, substantial and positive influence in their way of thinking, acting and feeling" (Bain K, 2007), the proposed teaching action seeks to apply the knowledge acquired in the courses of "HVAC and Building Services" to emblematic architecture projects.*

*It is intended that the student processes the information from the perception, the acquired knowledge (experience) and the subjective characteristics of the case, developing processes such as learning, reasoning, memory, problem solving and decision making.*

*The scope of action encompasses the 6 courses of "HVAC and Building Services" (I-VI) corresponding to the Degree in Fundamentals for Architecture, with the possibility of extending the scope to the 2 courses of the Master's Degree in Architecture. Thus, the process would be gradual, incorporating, course by course, the taught knowledge to the same case study. This will allow to coordinate the singular parts of the courses (Domestic Cold Water (DCW), Domestic Hot Water (DHW), Sanitation, Fire, Gas, Heating, Air conditioning, etc.) in a collective whole, as happens in reality, which is the projected building.*

**Keywords:** *case study, learning feedback, supervised work, professional competences.*

---

### **Resumen**

*A partir de la máxima que la enseñanza sólo puede ser entendida como la “cualidad de ayudar a los estudiantes a aprender mediante métodos que generen una influencia sostenida, sustancial y positiva en su forma de pensar, actuar y sentir” (Bain K, 2007), la acción docente propuesta busca aplicar los conocimientos adquiridos en las asignaturas de “Acondicionamiento e Instalaciones de los Edificios” a proyectos emblemáticos de Arquitectura.*

*Se busca que el alumno procese así la información a partir de la percepción, el conocimiento adquirido (experiencia) y las características subjetivas del caso, desarrollando procesos tales como el aprendizaje, el razonamiento, la memoria, la resolución de problemas y la toma de decisiones.*

*El ámbito de actuación comprende las 6 asignaturas de Acondicionamiento e Instalaciones (I-VI) correspondientes al Grado en Fundamentos para la Arquitectura, con la posibilidad de ampliar el ámbito a las 2 asignaturas del Máster en Arquitectura. Así el proceso sería gradual, incorporando, curso a curso, los conocimientos impartidos al mismo caso de estudio. Esto permitirá coordinar las partes singulares de las materias (AFS, ACS, Saneamiento, Incendios, Gas, Calefacción, Climatización, etc.) en un todo colectivo, tal como sucede en la realidad, que es el edificio proyectado.*

**Palabras clave:** estudio de caso, retroalimentación del aprendizaje, trabajo tutelado, competencias profesionales.

### **Introducción**

La rama de conocimiento de *Acondicionamiento e Instalaciones*, en el marco de los títulos de Grado en Fundamentos y Máster de la E.T.S. Arquitectura de Valladolid, consta de 8 asignaturas con 29 créditos. La docencia se articula en asignaturas monográficas (fontanería y saneamiento, protección contra incendios, acondicionamiento térmico y calefacción, electricidad y luminotecnia, climatización y ventilación, energías renovables, instalaciones urbanas, certificación y eficiencia energética) que no se relacionan las unas con las otras en el devenir de los estudios, de manera que el alumno va perdiendo progresivamente los conocimientos adquiridos en las asignaturas más tempranas. Esto supone un grave problema al tener que aplicar las supuestas competencias profesionales a casos como los Trabajos de Fin de Grado y Máster y la ulterior actividad laboral.

Los nuevos planes de estudio, surgidos a partir del proceso de Bolonia, hacen hincapié en la importancia que tienen nuevas metodologías docentes. En ellas, se pone énfasis en el apoyo

práctico necesario a las clases teóricas y en los procesos de evaluación continua, más cuando un 60% del tiempo del alumno se orienta a actividades no presenciales de la asignatura.

La acción docente propuesta se basa en afrontar y resolver de manera individual la resolución de un mismo caso/proyecto a lo largo de todas las asignaturas de Acondicionamiento e Instalaciones, complejizándolo progresivamente al ir sumando nuevas instalaciones, retroalimentando así las posibles soluciones anteriores.

Los objetivos de la acción son:

- estimular el trabajo individual y grupal con el uso de nuevas herramientas;
- reforzar las capacidades del alumnado en la resolución de problemas;
- fomentar la comunicación entre el alumnado y de éste con el profesor;
- aplicar los conocimientos teóricos impartidos en clase;
- reutilizar los conocimientos adquiridos en cursos pasados, interrelacionándolos con los nuevos, tal cual sucede en la realidad profesional;
- adquirir las capacidades para afrontar los retos planteados en los Trabajos de Fin de Grado y Máster y el ulterior desarrollo post-universitario;
- adaptar y ampliar el material de consulta bibliográfica a partir de las fases de experimentación, evaluación y mejora;
- mejorar la calidad global del proceso de enseñanza de la rama de conocimiento Acondicionamiento e Instalaciones del Grado y Máster en Arquitectura.

### **Trabajos Relacionados**

La formación del profesional técnico (en este caso, el arquitecto) se debe centrar en la capacidad de toma de decisiones con múltiples variables y no únicamente en el conocimiento acumulativo de técnicas para solucionar problemas (Villazón Godoy, 2008).

El propio método puede plasmarse en un esquema de las decisiones tomadas en el proceso de resolverlo, lo que aporta numerosas conclusiones de las capacidades y habilidades adquiridas por los alumnos.

Asimismo, el caso resuelto se convierte en un documento valioso de referencia, no sólo para el estudiante de arquitectura, también para el arquitecto en ejercicio que podrá confrontar sus estrategias de proyecto con las propuestas en el estudio de caso (Moreno Navarro, 2001).

### **Metodología**

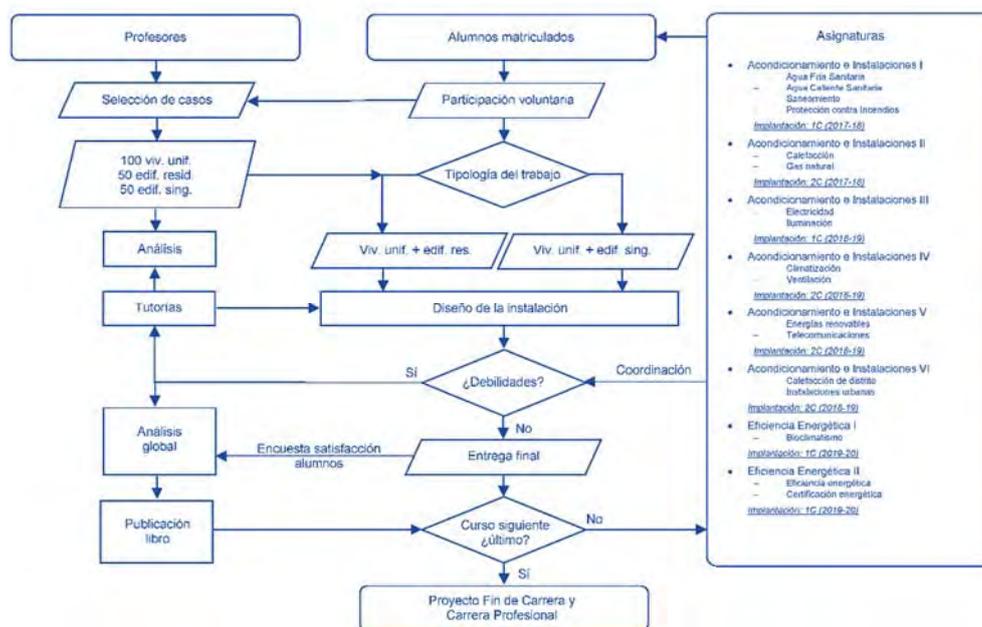
La metodología se basa en una previa selección de casos por parte de los docentes, en correspondencia con tres tipologías básicas: vivienda unifamiliar, edificio residencial y edificio singular. Los casos ofertados deben estar perfectamente definidos en cuanto a plantas, alzados, secciones y detalles, no suponiendo carga suplementaria al trabajo específico que el alumno debe desarrollar, y a partir de los recursos propios disponibles en la Biblioteca del Centro.

Cada alumno elige dos casos: una vivienda y un edificio, residencial o singular. Los casos serán distintos para cada alumno y los acompañarán en el devenir de los cursos posteriores. Además pretenden ser casos de interés proyectual, pues se tratarán de obras relevantes de la Arquitectura contemporánea, publicados en revistas de intensa difusión en el ámbito académico.

La primera acción consiste en motivar la participación de los alumnos en una actividad práctica individual, mediante una exposición clara de los objetivos de la metodología. También hay que considerar cómo se afronta el caso de estudio a partir de un conocimiento previo, enfocando su análisis desde una perspectiva nueva y distinta a la aprendida en asignaturas (Teoría de la Arquitectura, Proyectos Arquitectónicos y Representación de la Arquitectura) de la fase propedéutica de la carrera.

La implementación de las instalaciones es progresiva, incorporándose una a una, a partir de los conocimientos obtenidos en cada una de las asignaturas. Paulatinamente los alumnos aprenden la necesaria coordinación que debe haber entre ellas, ajustando aquellas que lo requieran ante las nuevas necesidades. Así se consigue la retroalimentación en la resolución de la práctica.

Figura 1 Diagrama de flujo de la metodología



La evaluación parcial y final de los trabajos permiten reconocer las debilidades a la hora de afrontar el estudio de un caso, lo que da lugar a un análisis global mediante un documento que resume las apreciaciones de los alumnos y la realidad de la evaluación de la práctica (resumen de fortalezas y debilidades detectadas, mediante un esquema DAFO). La posterior reflexión entre los docentes da lugar a los ajustes y mejoras en la metodología, previo al comienzo del siguiente curso.

Esta metodología propuesta y el ciclo continuo a desarrollar a lo largo de la carrera de Grado y Máster de Arquitectura se puede ilustrar mediante un diagrama de flujo (Figura 1).

Otra parte fundamental de análisis consiste en recabar la opinión anónima de los alumnos mediante encuestas al final de cada curso (cuatrimestre) completo. En el cuestionario se plasman las cuestiones que los docentes consideran más relevantes a la hora de realizar los ajustes en los cursos sucesivos.

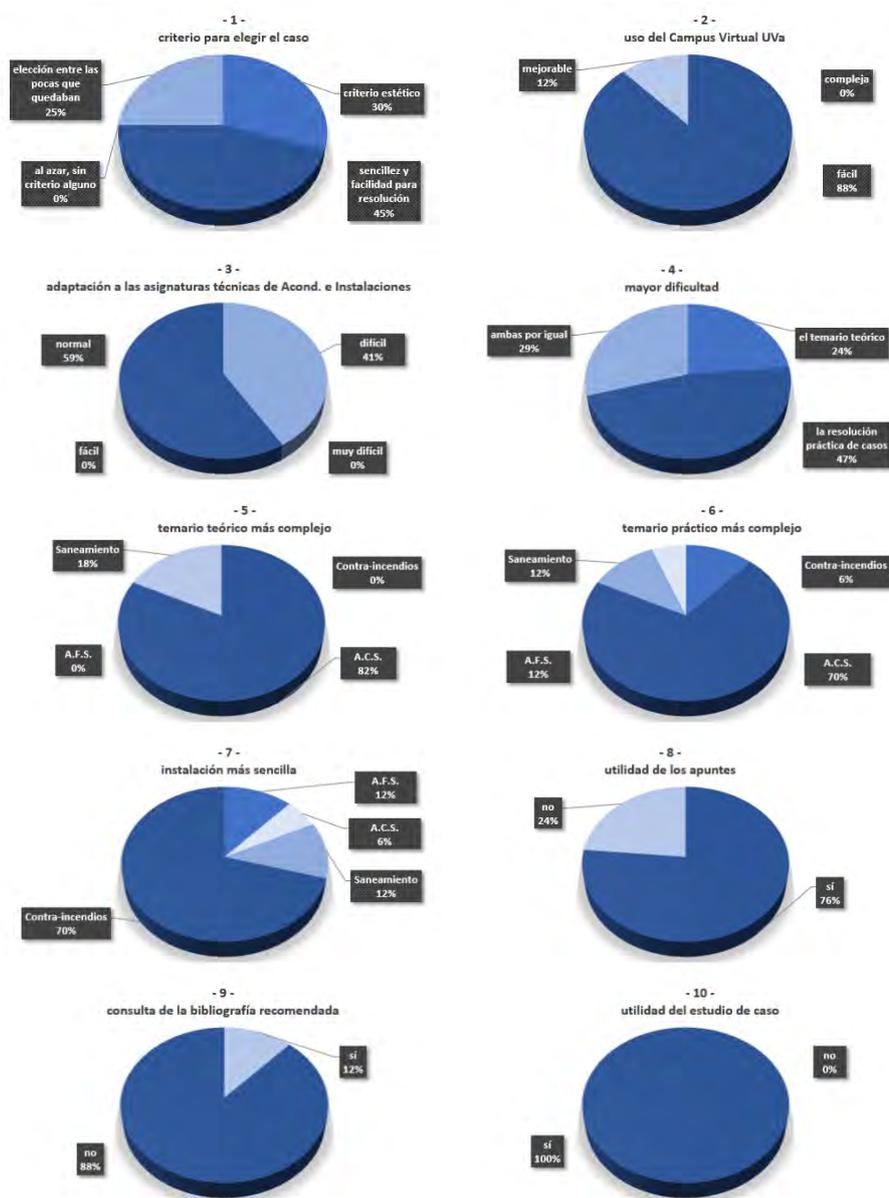
### **Resultados**

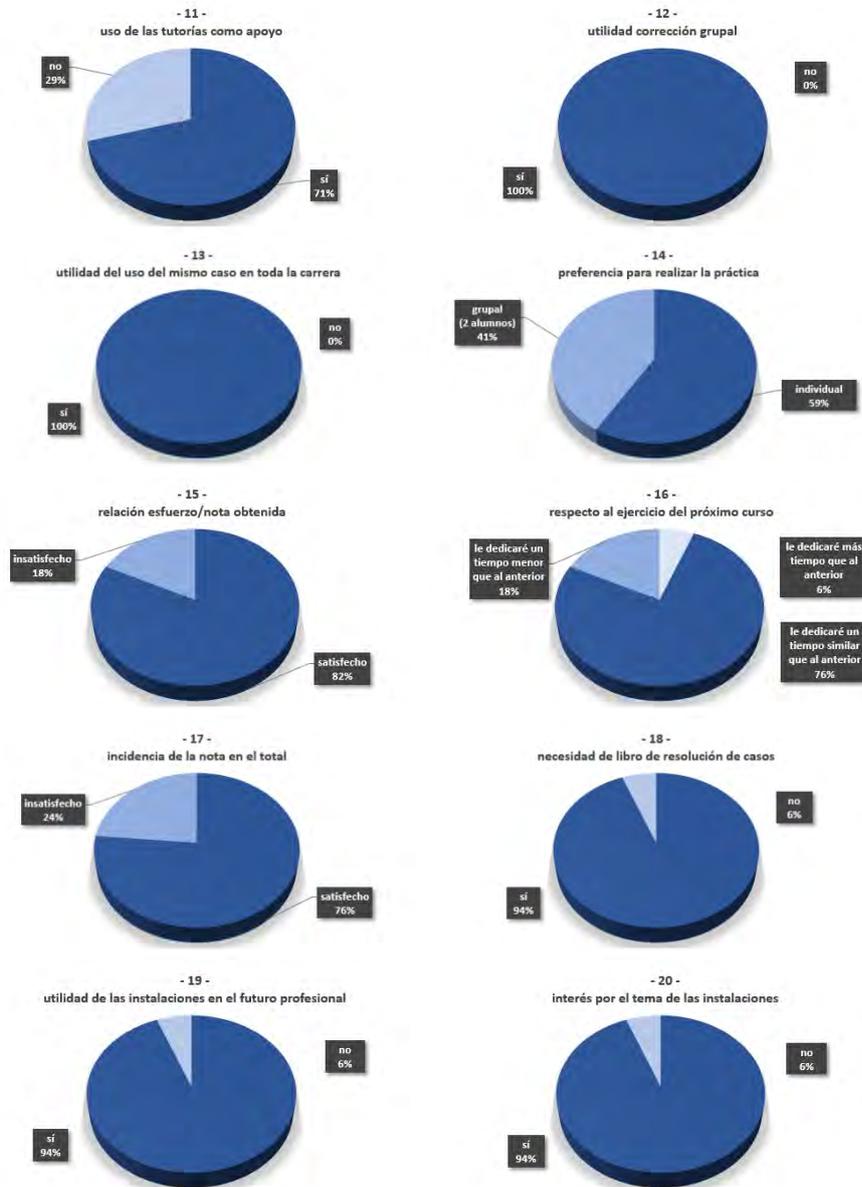
En el desarrollo del proceso, las distintas acciones han ido consiguiendo una serie de resultados parciales, que se detallan a continuación:

- Se mejora el tradicional 50% de alumnos de los alumnos matriculados que asisten a clase y desarrollan su formación de manera continua a lo largo del cuatrimestre.
- Se alcanza un entorno previo favorable de la práctica propuesta, pues el alumno afronta el caso de estudio con un conocimiento previo, enfocando el análisis desde una perspectiva nueva a la vista en la fase propedéutica, en Teoría de la Arquitectura, Proyectos Arquitectónicos y Representación de la Arquitectura.
- A medida que se imparte teóricamente la asignatura, se incorporan, una a una, las instalaciones correspondientes. Paulatinamente los alumnos aprenden la necesaria coordinación que debe haber entre ellas, ajustando las que lo requieran ante las nuevas necesidades. Se consigue la retroalimentación en la resolución de la práctica, no solo en con las materias del cuatrimestre, sino con todas las instalaciones vistas en cursos pasados.
- Son más perceptibles, para el profesor, las debilidades que tienen los alumnos a la hora de afrontar la resolución de la práctica.
- Los alumnos que terminan la carrera deberían demostrar una mejor capacidad de retención de los conocimientos adquiridos en cursos pasados, necesarios para afrontar los retos reales de los Trabajos de Fin de Grado y Máster y la labor profesional. Para constatar este resultado es necesario completar una serie de ciclos formativos completos.

En cuanto a la opinión expresada por los alumnos en encuestas, se obtienen las siguientes respuestas (Figura 2):

Figura 2 Resultados de las encuestas de opinión





Como resumen de las encuestas se puede decir que, mayoritariamente, el abordar una nueva temática esencialmente técnica supone un proceso de adaptación difícil para el 40% del alumnado, tras las asignaturas propedéuticas de 1º y 2º. El proceso de aprendizaje se limita a asimilar lo expuesto en la clase magistral y en el material (apuntes) suministrado por los docentes, sin consultar la bibliografía recomendada al efecto, utilizando las tutorías individuales como apoyo y resolución de dudas.

Figura 3 Resultados de las encuestas de opinión

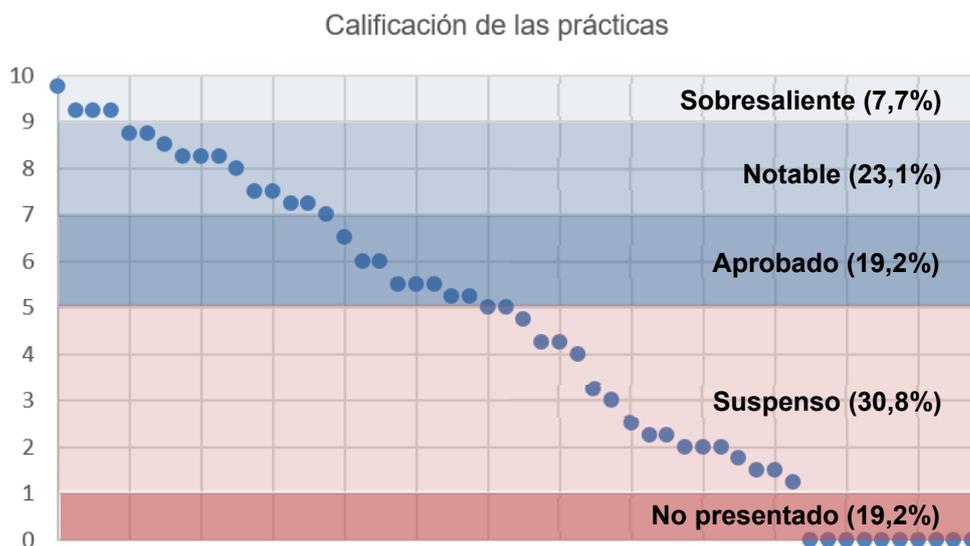
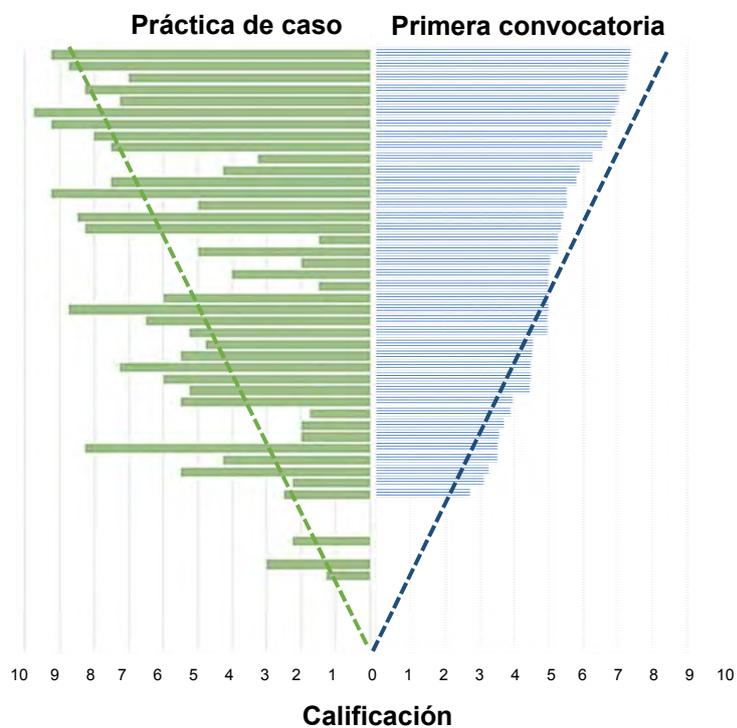


Figura 4 Calificación obtenida en la práctica de caso y en la primera convocatoria de la asignatura



El estudio del caso individual propuesto ha resultado de interés general, y se ha valorado de utilidad por el conjunto de los alumnos. Con esta aplicación del caso, ellos mismos son capaces de reconocer la parte del temario que resulta más dificultosa y utilizar su resolución para mejorar su entendimiento.

Finalmente, la herramienta de comunicación entre profesores y alumnos, el Campus Virtual Uva (Moodle), resulta amable y versátil, por lo que resulta idónea para este tipo de propuestas.

Al finalizar el curso, la evaluación de los trabajos realizados reveló que 2/3 del total de alumnos había alcanzado los objetivos planteados en la práctica de caso, resolviendo adecuadamente la instalación planteada (Figura 3). Pero lo más importante es que existe una cierta correlación entre la nota obtenida en la práctica de caso con la nota final obtenida en la primera convocatoria de la asignatura (Figura 4).

### **Conclusiones**

Plantear nuevas estrategias de enseñanza consigue, a priori, una buena aceptación del alumnado, pues se reclama al docente parte de esa innovación y transformación tan habitual en la sociedad contemporánea. Superada la curiosidad inicial, se aprecia una implicación de ambas partes con la solución variada de casos, que da lugar a afrontar nuevas ópticas en la aplicación del contenido de la asignatura.

La metodología ha servido al alumno para afrontar con mayor interés estas asignaturas técnicas, incrementando sensiblemente el índice de aprobados, en correlación con los resultados del estudio de caso. Asimismo, dichos casos se han revelado, en esta primera fase, muy eficaces como herramientas para detectar las debilidades, fortalezas, amenazas y oportunidades en el proceso de enseñanza y aprendizaje. Dicho análisis permite ajustar su selección y las variables a desarrollar por el alumno en ulteriores cursos.

El desarrollo temporal de las distintas asignaturas del área permite retroalimentar el estudio individual del caso, actualizando y ejercitando las capacidades y competencias obtenidas en los cursos anteriores, y sirviendo de base/modelo de referencia para afrontar los retos planteados en los Trabajos de Fin de Grado y Máster y el ulterior desarrollo post-universitario.

### **Referencias**

- Bain, K. (2007) *Lo que hacen los mejores profesores de la universidad*. Publicacions de la Universitat de València. Valencia. 134 pp.
- Moreno Navarro, J.L., Casals Balagué, A. (2001) Las estrategias docentes de la construcción arquitectónica. *Informes de la Construcción*, 53, 1-19.
- Villazón Godoy, R. (2008) Estudio de caso como instrumento didáctico para la enseñanza de la arquitectura: proyectar una fachada. *DEARQ – Revista de Arquitectura*, 1, 99-119.



## Un instrumento para explorar las actitudes hacia la informática en estudiantes de matemáticas

María R. Sierra<sup>a</sup>, Irene Díaz<sup>b</sup> y Luis J. Rodríguez-Muñiz<sup>c</sup>

<sup>a</sup>Dpto. Informática, Universidad de Oviedo, [sierramaria@uniovi.es](mailto:sierramaria@uniovi.es), <sup>b</sup>Dpto. Informática, Universidad de Oviedo, [sirene@uniovi.es](mailto:sirene@uniovi.es), <sup>c</sup>Dpto. Estadística e I.O. y Didáctica de la Matemática, Universidad de Oviedo, [luisj@uniovi.es](mailto:luisj@uniovi.es)

---

### **Abstract**

*Despite in the last years the term computational thinking is getting more and more used, there are few studies about how this way of thinking is developed, how is it influenced by the affective domain and, especially, what attitudes do non computer science students (as mathematics students) have regarding this issue. In this work we present the definition and validation of an instrument for measuring attitudes towards informatics in mathematics undergraduate students. The definition is based on previous works about attitudes towards mathematics, by exploring three subdomains: anxiety, self-concept and beliefs about computation or coding. The instrument was validated by experts and by applying it to a sample of 60 students in the bachelor degrees in Mathematics and the double diploma in Mathematics & Physics. Results show this is a reliable and valid instrument, that can be used as a first step for exploring attitudes towards computational thinking in mathematics students (and other STEM students, i.e., Science, Technology, Engineering, Mathematics).*

**Keywords:** *attitudes, coding, computational thinking, informatics, mathematics.*

---

### **Resumen**

*A pesar de que en los últimos años el término pensamiento computacional está siendo cada vez más utilizado, son muy pocos los estudios sobre cómo se desarrolla este pensamiento, qué influencia tiene sobre él el dominio afectivo y, especialmente, las actitudes que hacia él adoptan estudiantes no directamente relacionados con estudios de informática o computación, como los de*

*matemáticas. En este trabajo se presenta la definición y validación de un instrumento para medir las actitudes hacia la informática de los estudiantes del grado en matemáticas. La definición se basó en trabajos previos sobre las actitudes hacia las matemáticas, explorando tres subdominios: ansiedad, auto-concepto y creencias sobre la computación o la programación. El instrumento se validó mediante el juicio de expertos y su aplicación a una muestra de 60 estudiantes del grado en Matemáticas y del doble grado en Matemáticas y Física. Los resultados concluyen que el instrumento es fiable y válido, que puede servir como primer paso para explorar las actitudes respecto al pensamiento computacional de los estudiantes de matemáticas (u otras disciplinas STEM, acrónimo inglés de Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas).*

**Palabras clave:** *actitudes, informática, matemáticas, pensamiento computacional, programación.*

## **Introducción**

Aunque apuntado originalmente en los trabajos de Papert (1980), el término “pensamiento computacional” ha cobrado relevancia a partir de su introducción en Wing (2006) y su matización en los trabajos posteriores de esta autora. En concreto, en Wing (2014) se aporta la siguiente definición: “El pensamiento computacional es el conjunto de procesos de pensamiento que actúa al formular un problema y expresar su(s) solución(es) en un modo en el que un agente computador – sea persona o máquina – puede llevarlo a cabo de forma efectiva” (la traducción del inglés original es de los autores). En Zapata-Ros (2015) podemos encontrar una detallada discusión sobre los diferentes aspectos formales que componen este pensamiento y sobre sus relaciones con otras disciplinas.

A los efectos de este trabajo, nos interesa señalar la afirmación realizada en Wing (2006) acerca de que podríamos definir el pensamiento computacional como el vínculo entre la matemática y la ingeniería, asumiendo un enfoque matemático directamente relacionado con la resolución de problemas (Pólya, 1945). En Zapata-Ros (2015) se señala el pensamiento computacional, así entendido, como un concepto general que englobaría el de codificación o programación, entendida como la traducción a un determinado código del esquema de resolución que se ha diseñado. Se aprecia, por lo tanto, que dentro del proceso de pensamiento computacional definido por Wing, podemos distinguir dos etapas, la de diseño del algoritmo o esquema de resolución, que por brevedad aquí denominaremos diseño, y la de implementación de ese algoritmo o esquema, que por brevedad denominaremos codificación o programación en un lenguaje concreto.

El objetivo del presente trabajo es definir un instrumento que permita indagar sobre las relaciones que, desde el dominio afectivo, existen en ese vínculo. Y, de modo más concreto, en

cuáles son las actitudes, las creencias o los valores que respecto a la informática tienen los estudiantes de una disciplina no técnica pero fuertemente ligada a este tipo de pensamiento, como es la matemática. En la siguiente sección se describen los trabajos previos que nos han servido de referencia, para, más adelante, explicar el proceso metodológico seguido, exponer los resultados y aportar una última sección de discusión y conclusiones.

### **Trabajos Relacionados**

El dominio afectivo y su relación con el aprendizaje y la enseñanza de las matemáticas es un tema de investigación educativa con un impacto inmediato en la actividad docente. Los primeros trabajos surgen en la década de los 60 (Aiken y Dreger, 1961), aunque es la década de los 70 la que define los dominios clásicos de agrado, miedo, disfrute, motivación, valor o utilidad de las matemáticas en estudiantes (Aiken, 1972, 1979; Fennema y Sherman, 1976). McLeod (1992) demuestra que los estudiantes con mejores actitudes hacia las matemáticas poseen mayor confianza en su propio aprendizaje. La primera escala en castellano la encontramos en Auzmendi (1992). A partir de este estudio, se amplían los subdominios de análisis con numerosos trabajos de distinta índole. Véanse, a modo de ejemplo, Hidalgo, Maroto y Palacios (2005) o Gómez-Chacón (2000, 2009). La mayor parte de estos trabajos analizan el dominio afectivo en estudiantes de Primaria, Secundaria o en el ámbito universitario, siendo mayoritarios en este caso los estudios sobre el dominio afectivo en estudiantes de matemáticas y en futuros profesores.

Un tipo de estudios menos frecuente es el que analiza cómo se comporta el dominio afectivo cuando se aprenden matemáticas haciendo uso de herramientas informáticas (véase Galbraith y Haines, 2000; Gómez-Chacón, 2010). Estos estudios demuestran la existencia de subdominios específicos como la interacción entre la matemática y el ordenador, o la confianza de los estudiantes en el uso de la tecnología informática. Gómez-Chacón (2010) evidencia que existe una baja correlación entre la actitud matemática y la actitud hacia el ordenador en estudiantes de Bachillerato, siendo superior la correlación entre la actitud hacia el ordenador y las posibilidades del aprendizaje matemático usando ordenadores.

Se evidencia, por lo tanto, que los estudiantes de matemáticas no se comportan del mismo modo respecto a las matemáticas que respecto a la tecnología. En este punto es donde cobra relevancia la investigación reciente sobre la alfabetización digital (Gilster, 1997) y, especialmente, el pensamiento computacional y su interacción con el aprendizaje de la matemática. Lambic (2011) demuestra que el uso del lenguaje de programación como herramienta de apoyo mejora la motivación del alumnado hacia la actividad matemática. Por su parte, en Raja (2014) se recogen investigaciones que demuestran que comenzar por el pensamiento computacional, desvinculándolo del aprendizaje de la programación en un lenguaje concreto, contribuye a reducir la inhibición hacia estas tareas entre el alumnado (es decir, reduce la llamada brecha digital). Weintrop et al. (2016) abogan por incluir el pensamiento computacional como parte integral del currículo de STEM en Bachillerato y proponen una

taxonomía para desarrollarlo. Pei, Weintrop y Wilensky (2018) crean un entorno de aprendizaje computacional relacionado con la geometría y estudian su efecto sobre la práctica matemática. En diSessa (2018) se hace un llamamiento a evitar la insularidad entre el aprendizaje de la matemática y el pensamiento computacional y se analizan las relaciones entre educación matemática, pensamiento computacional y programación.

Respecto a los instrumentos para medir estas interacciones afectivo-cognitivas, existen algunos específicos, como el de Galbraith y Haines (2000) o el de Gómez-Chacón (2011), sobre el uso de tecnología en matemáticas, pero no se encuentran en la literatura cuestionarios que intenten medir la afectividad hacia la computación o la programación más allá de esta interacción con el aprendizaje matemático. Solamente los recientes trabajos de Pasini et al. (2017) y Solitro, Zorzi, Pasini y Brondino (2017) abordan los estilos de aprendizaje de los estudiantes de matemáticas hacia la programación, pero, aunque exploran el dominio afectivo, no llegan a definir un instrumento específico. Por ello, además de los ya mencionados instrumentos, para diseñar nuestro cuestionario nos hemos basado en la Escala de Actitudes hacia las Matemáticas (EAM) de Palacios, Arias y Arias (2014). Las propiedades de este cuestionario y sus ventajas y limitaciones pueden ser también consultadas en Palacios (2016).

### **Metodología**

En esta sección comentaremos, en primer lugar, la población y la muestra que forman parte del estudio de validación y, en segundo lugar, definiremos el instrumento utilizado.

La población objetivo está formada por estudiantes del grado en matemáticas y del doble grado en matemáticas y física de la Universidad de Oviedo, y para el experimento se consideró una muestra no aleatoria obtenida por conveniencia a partir de los 60 estudiantes de ambos grados matriculados en la asignatura Herramientas Informáticas en el curso 2016-2017, asignatura que se cursa de modo conjunto para ambas titulaciones. La asignatura se imparte en el primer curso y es el primer contacto con la informática que tiene el alumnado.

Para medir las componentes afectivas hacia la computación y la programación de los estudiantes de matemáticas se tomó como base el cuestionario EAM de Palacios, Arias y Arias (2014). Este cuestionario distingue varias componentes respecto a las matemáticas, como son la ansiedad, el gusto, la dificultad, la utilidad y el autoconcepto. Sobre esta base, se eliminaron algunas de las preguntas (por ser un cuestionario muy extenso) y otras se adaptaron a los contextos de la informática entendida de modo global, así como del diseño de algoritmos (entendido como la capacidad para diseñar herramientas que expresen la solución a un problema en términos computacionales) y de la codificación (entendida como fase última y consistente en la programación del diseño en un lenguaje de programación determinado). El instrumento se concibió para poder ser aplicado en cualquier momento del curso, incluso al comienzo y, por lo tanto, no incluye preguntas relacionadas con actividades computacionales concretas que el alumnado haya podido desarrollar durante la asignatura.

Una vez diseñada la primera versión, se realizó un análisis de la validez mediante su estudio y discusión con un grupo de expertos, profesores universitarios de los ámbitos de la matemática y la informática. Tras esta discusión se modificaron algunas de las preguntas y otras se eliminaron, resultando un total de 50 ítems con formato de respuesta en escala Likert de puntuación de 1 a 5.

El cuestionario recoge un total de 8 preguntas relacionadas con el gusto por la informática, 7 relacionadas con el valor que los estudiantes le dan a la informática, otras 7 relacionadas con la dificultad que aprecian en ella, 9 sobre su autoconcepto y 19 relacionadas con la ansiedad. En todo el cuestionario, pero especialmente en estos dos últimos bloques, ha de subrayarse que, partiendo de la hipótesis de la dualidad diseño-codificación, se desdoblaron muchas cuestiones entre ítems relativos a ambos aspectos (concretamente, están desdoblados en ese sentido los pares de preguntas Q18-Q19, Q20-Q21, Q22-Q23, Q26-Q27, Q46-Q50 y Q43-Q48, se proporcionarán más explicaciones en la sección de Resultados).

En la Tabla 1 se recogen algunos ejemplos de los ítems utilizados y su clasificación temática. Algunas de las preguntas están formuladas en positivo y otras en negativo, para detectar posibles comportamientos de respuesta mecánica.

Tabla 1. Ejemplos de ítems utilizados

Ítem	Bloque
<b>Me alegraría tener otra asignatura de informática el año que viene</b>	Gusto
<b>En mi profesión no utilizaré la informática</b>	Valor
<b>La informática no es tan difícil como dicen, solo hay que prestar atención y practicar</b>	Dificultad
<b>Programar se me da bastante bien</b>	Autoconcepto
<b>Me considero muy capaz y hábil en informática</b>	Autoconcepto
<b>Estoy calmado y tranquilo cuando me enfrento al diseño de un algoritmo</b>	Ansiedad
<b>Por lo general cuando tengo que programar me siento inseguro</b>	Ansiedad

Para comprobar la fiabilidad del cuestionario se aplicó a los 60 estudiantes que componen la muestra, al comienzo del periodo docente de la asignatura. De los 60 estudiantes matriculados contestaron 54 de ellos, lo que supone una tasa de respuesta del 90 %.

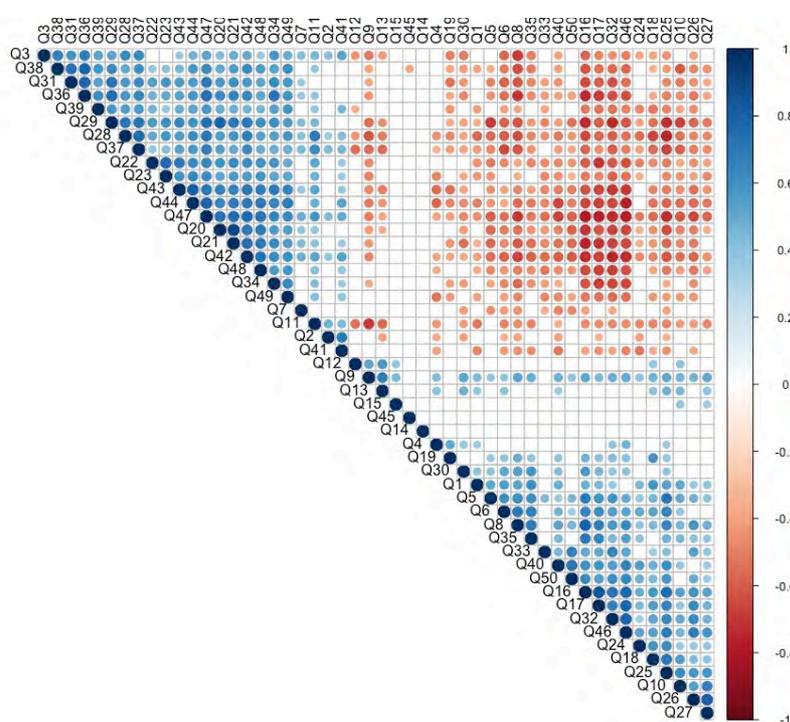
El formato de aplicación fue on-line a través de la Plataforma Moodle, que la Universidad de Oviedo pone a disposición de la comunidad universitaria. Moodle, debido a su robustez, sencillez y mantenimiento, es la herramienta de software libre más extendida en e-learning.

Además de posibilitar el aprendizaje no presencial de los alumnos, permite no sólo crear y gestionar cursos a través de la red (manteniendo contenidos educativos, facilitando la comunicación entre profesores y alumnos y entre estos últimos), sino realizar un seguimiento del aprendizaje de los alumnos, gestionando la evaluación de sus tareas de aprendizaje.

Para el análisis de los datos se utilizó R-Studio versión 1.0.136 sobre R versión 3.3.3 y, en particular, se hizo uso de los paquetes *psych*, *stats* y *corrplot*.

## Resultados

Figura 1. Correlograma de las puntuaciones obtenidas en los ítems del cuestionario

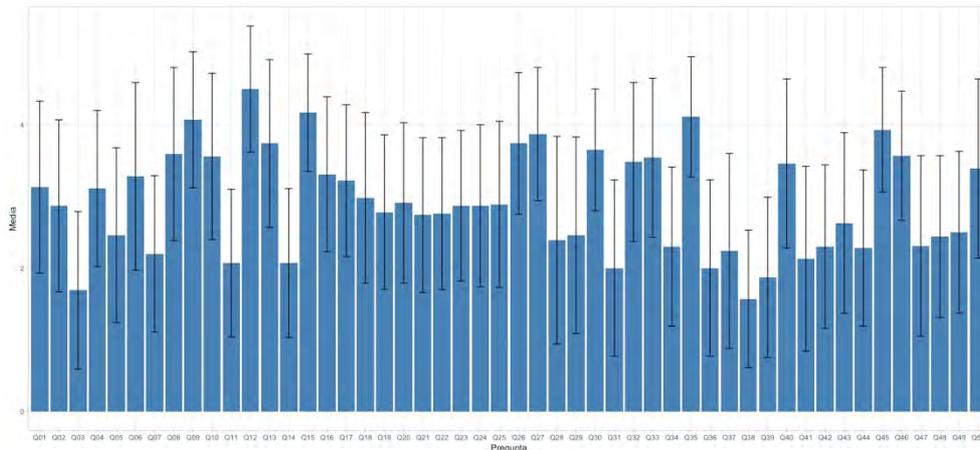


En primer lugar, se comprobó la fiabilidad del instrumento mediante el cálculo del coeficiente de Cronbach, que resultó  $\alpha=0.973$ . Asimismo, el valor del coeficiente de Guttman fue de 0.999. Como se observa, los valores próximos a 1 de ambos coeficientes evidencian una alta coherencia interna en las preguntas que conforman el test. Ha de señalarse que, para calcular estos coeficientes, es necesario que todas las preguntas estén formuladas en modo positivo para poder medir las características en la misma dirección, para lo cual se recalcularon las puntuaciones obtenidas en las preguntas formuladas en modo negativo.

Respecto a la validez, nuestro análisis se ciñó a la validez de contenido, para lo cual se realizó una discusión con expertos antes de la aplicación del cuestionario. Se descartó realizar un análisis factorial exploratorio porque en un cuestionario con 50 preguntas y 54 respuestas los datos no serían suficientemente representativos como para poder extraer conclusiones fiables. Por lo tanto, completamos la prueba de validez con un análisis de correlaciones, cuyo resultado se refleja en la Figura 1. Como se puede apreciar hay un gran bloque de ítems correlados positivamente entre sí (tonos en azul en la gráfica) y negativamente con otro bloque (tonos en rojo en la gráfica), con algunos ítems en los que no se aprecia correlación (blanco o tonos muy pálidos en la gráfica). Los bloques se corresponden de manera casi exacta con los ítems formulados en sentido positivo y los formulados en sentido negativo, lo cual respalda la validez del cuestionario.

Señalaremos, a continuación, aquellas respuestas que se alejan más de las situaciones intermedias (alrededor del 3) y que, por lo tanto, son más significativas de la opinión de los estudiantes. Las medias y las desviaciones típicas del conjunto de los datos se recogen en la Figura 2.

**Figura 2. Medias y desviaciones típicas de las puntuaciones obtenidas en los ítems del cuestionario**



Dentro de las preguntas relativas al gusto por la informática (Q1–Q8), las puntuaciones son bastante neutras aunque destacan la puntuación de Q5 (“Me gusta tanto la informática que me suelo plantear algoritmos para resolver nuevas situaciones”), con media de 2.46, la de Q7 (“La única informática que me gusta es la que entra en el examen”), con media de 2.2 y la de Q3 (“Las clases de informática se me hacen eternas y muy pesadas”), con la menor media de este bloque (1.69). Estas puntuaciones evidencian, a nuestro juicio, que no hay una predisposición negativa hacia la informática, pero tampoco hay un gusto notable que haga que el estudiantado de matemáticas se comporte con curiosidad hacia la informática.

Entre las preguntas relativas al valor que se le da a la informática (Q9, Q11–Q15 y Q45) se evidencian opiniones más definidas a favor de otorgar un valor alto a esta disciplina. Por ejemplo, la pregunta Q12 (“Tener buenos conocimientos de informática incrementará mis posibilidades de trabajo”) tiene la puntuación media más alta de todo el cuestionario (4.5), pero también tienen medias por encima de 4 las preguntas Q15 (“Una mínima competencia informática es hoy en día esencial para cualquier ciudadano”) y Q9 (“Las competencias informáticas son útiles y necesarias en matemáticas”). Mientras que, por su lado, las preguntas formuladas en negativo en este bloque reciben puntuaciones medias próximas al 2 (Q11 y Q14). Por consiguiente, los estudiantes manifiestan un posicionamiento claro respecto a la importancia de la informática en sí misma y, especialmente, en relación con las matemáticas.

Las preguntas relativas a la dificultad percibida respecto a la informática (Q10, Q20–Q23 y Q26–Q27) obtuvieron también puntuaciones medias bastante neutras. Debemos destacar que cuando la afirmación del ítem manifiesta dificultad las puntuaciones medias nunca llegan al 3 (Q20–Q23) mientras que si la afirmación es más positiva las medias sobrepasan el 3 (Q10 y Q26–Q27), aunque en ningún caso se posicionan claramente respecto a la facilidad o dificultad de la informática.

Los ítems que evalúan el autoconcepto de los estudiantes respecto a la informática (Q16–Q19, Q24–Q25 y Q28–Q30) ofrecen en todos los casos puntuaciones medias bastante neutras alrededor del 3. Únicamente destaca Q30 (“La informática es un reto positivo para mí”) dentro de la atonía general, con una media de 3.65 puntos. Por consiguiente, podemos afirmar que los estudiantes se ven a sí mismos en una posición intermedia respecto a la informática, no excesivamente competentes, pero tampoco torpes o limitados.

Del resto de ítems, relativos a la ansiedad hacia la informática (Q31–Q44 y Q46–Q50), destacan por su baja puntuación media Q38 (“La palabra informática me sugiere terror y pánico”) y Q39 (“Cuando estudio informática estoy más tenso que cuando lo hago con otras disciplinas”), con 1.57 y 1.87 puntos, respectivamente. Con puntuaciones próximas a 2 encontramos otros tres ítems (Q31, Q36 y Q41) que expresaban sentimientos de ansiedad hacia la informática. En el otro extremo, destaca Q35 (“La informática puede ser entretenida”) con 4.11 puntos de media. En general, las afirmaciones que expresaban una mayor ansiedad obtienen puntuaciones por debajo del 3 y las que expresaban menor ansiedad puntuaciones medias por encima del 3. Por lo tanto, sin ser una actitud extremadamente marcada, se puede afirmar que los estudiantes no experimentan una especial ansiedad hacia la informática.

Por último, con el fin de contrastar si el comportamiento del alumnado respecto al diseño de algoritmos y a la programación era diferente, analizamos las puntuaciones obtenidas en las preguntas segregadas a tal fin (señaladas en la sección metodológica). Al tratarse de valores que no se ajustaban en ningún caso a una distribución normal, se utilizó el test de Wilcoxon (1945) para determinar si se podía afirmar que el comportamiento era similar cuando se preguntaba respecto al diseño de algoritmos que cuando se hacía respecto a la elaboración de

código. En ninguno de los casos la muestra ofreció evidencias para afirmar que los estudiantes encuestados tengan un comportamiento diferenciado. Dicho de otro modo, no se aprecia con este cuestionario la dualidad que se afirma en algunos de los posicionamientos teóricos sobre el pensamiento computacional.

### **Conclusiones**

A partir de la adaptación al contexto de la informática del cuestionario de Actitudes hacia las Matemáticas, se ha definido un instrumento para explorar las actitudes hacia la informática de los estudiantes del grado en matemáticas y del doble grado de matemáticas y física. El instrumento aporta la novedad de ser el primero de estas características que indaga sobre el dominio afectivo relacionado con la informática y lo hace en estudiantes de un grado no informático.

El instrumento se prueba como fiable y válido y ofrece resultados interesantes. Por un lado, se destaca una altísima percepción del valor de la informática, un gusto por la materia relativamente alto, una ansiedad relativamente baja o al menos controlada, un autoconcepto intermedio y una dificultad percibida como relativamente baja. Los resultados respecto al valor y la dificultad son consistentes con los observados por Gómez-Chacón (2010) para estudiantes de Bachillerato. Además, hemos constatado que el estudiantado no aprecia diferencias entre las tareas relativas al diseño de algoritmos y a la codificación a lenguaje de programación de los mismos, contrariamente a lo señalado respecto a las características del pensamiento computacional. Interpretamos estos resultados como la consecuencia de haber planteado el cuestionario al comienzo del curso, cuando quizá un alumnado no informático aún no ha reflexionado lo suficiente como para distinguir entre ambos tipos de tarea.

Por ello, a lo largo del presente curso 2018-2019, estamos realizando ajustes en el instrumento, tanto en la redacción y el número de preguntas como en el momento de su aplicación. Asimismo, nos planteamos el diseño de cuestionarios sobre afectividad vinculados a tareas específicas y a momentos concretos del curso, con el fin de detectar el tipo de actitudes o sentimientos que genera cada tipo de tarea, y de explorar, con mayor detenimiento, el pensamiento computacional del alumnado de matemáticas.

A pesar de que, a la vista de la encuesta general de enseñanza que realiza la Universidad de Oviedo, el alumnado no considera elevada la dificultad de la materia y, en general, les resulta atractiva, esto no se corresponde con las dificultades que los profesores observamos en el aula, a la hora de la adquisición de ciertas competencias. Por ello, disponer de cuestionarios sobre afectividad genéricos o vinculados a tareas puede constituir una herramienta efectiva a la hora de identificar aquellos temas que vinculan más emocionalmente al alumnado y permite reflexionar sobre las tareas y actividades de apoyo más apropiadas para su aprendizaje. En este sentido, se está trabajando en el diseño de tareas dinámicas y colaborativas que permitan al alumnado ser consciente de sus dificultades, identificarlas a tiempo y ponerles

remedio. Nuestro objetivo es que esta alta percepción de la informática y de sus habilidades para la misma, se corresponda con la adquisición de las competencias que esta abarca y esto se refleje en sus resultados, a través de la mejora de la motivación.

### **Agradecimientos**

Financiado parcialmente por el proyecto TIN2017-87600-P, Ministerio de Economía y Competitividad, Gobierno de España.

### **Referencias**

- Aiken, L.R., y Dreger, R.M. (1961). The effect of attitude on performance in mathematics. *Journal of Educational Psychology*, 52, 19-24.
- Aiken, L.R. (1972). Research on attitudes toward mathematics. *The Arithmetic Teacher*, 19 (3), 229-234.
- Aiken, L.R. (1979). Attitudes toward mathematics and science in Iranian middle schools. *School Science and Mathematics*, 79, 229-234
- Auzmendi, E. (1992). *Las actitudes hacia la matemática-estadística en las enseñanzas medias y universitarias. Características y medición*. Bilbao: Mensajero.
- diSessa, A.A. (2018). Computational Literacy and “The Big Picture” Concerning Computers in Mathematics Education. *Mathematical Thinking and Learning*, 20 (1), 3-31.
- Fennema, E., y Sherman, J.A. (1976). Fennema-Sherman Mathematics Attitudes Scales: Instruments designed to measure attitudes toward the learning of mathematics by females and males. *Journal for Research in Mathematics Education*, 7 (5), 324-326
- Galbraith, P. y Haines, C. (2000). *Mathematics computing Attitudes Scales. Monographs in Continuing Education*. City University London.
- Gilster, P. (1997). *Digital literacy*. New York, NY: Wiley.
- Gómez-Chacón, I.M. (2000). Affective influences in the knowledge of mathematics. *Educational Studies in Mathematics*, 43 (2), 149-168.
- Gómez-Chacón, I.M. (2009). Actitudes matemáticas: propuestas para la transición del bachillerato a la universidad. *Educación matemática*, 21 (3), 05-32.
- Gómez-Chacón, I.M. (2010). Actitudes de los estudiantes en el aprendizaje de la matemática con tecnología. *Enseñanza de las Ciencias*, 28 (2), 227-244.
- Gómez-Chacón, I.M. (2011). Mathematics Attitudes in Computerized Environments. En L. Bu y R. Schoen (Eds), *Model-Centered Learning. Modeling and Simulations for Learning and Instruction*, vol. 6 (pp. 144-168). Rotterdam: SensePublishers.
- Hidalgo, S., Maroto, A., y Palacios, A. (2005). El perfil emocional matemático como predictor de rechazo escolar: relación con las destrezas y los conocimientos desde una perspectiva evolutiva. *Revista de Educación Matemática*, 17 (2), 89-116.
- Lambic, D. (2011). Presenting practical application of Mathematics by the use of programming software with easily available visual components. *Teaching Mathematics and Its Applications*, 30, 10-18.

- McLeod, D.B. (1992). Research on affect in mathematics education: a reconceptualization. En D. Grows(Ed.), *Handbook of research on mathematics teaching and learning* (pp. 575-596). New York: McMillan Publishing Company.
- Palacios, A., Arias, V. y Arias, B. (2014). Las actitudes hacia las matemáticas: construcción y validación de un instrumento para su medida. *Revista de Psicodidáctica*, 19 (1), 67-91
- Palacios, A. (2016). Estrategias y técnicas cuantitativas para el estudio del dominio afectivo en matemáticas. En J.A. Macías, A. Jiménez, J.L. González, M.T. Sánchez, P. Hernández, C. Fernández, F.J. Ruiz, T. Fernández y A. Berciano (Eds.), *Investigación en Educación Matemática XX* (pp. 115-134). Málaga: SEIEM.
- Papert, S. (1980). *Mindstorms: Children, computers, and powerful ideas*. New York, NY: Basic books.
- Pasini, M., Solitro, U., Brondino, M., Burro, R., Raccanello, D. y Zorzi, M. (2017). Psychology of Programming: The Role of Creativity, Empathy and Systemizing. En P. Vittorini et al. (Eds.), *Methodologies and Intelligent Systems for Technology Enhanced Learning. MIS4TEL 2017. Advances in Intelligent Systems and Computing, vol 617* (pp. 82-89). Cham: Springer.
- Pei, C.Y., Weintrop, D. y Wilensky, U. (2018). Cultivating Computational Thinking Practices and Mathematical Habits of Mind in Lattice Land. *Mathematical Thinking and Learning*, 20 (1), 75-89.
- Pólya, G. (1945). *How to Solve It*. Princeton, NJ: Princeton University Press.
- Raja, T. (2014). *We can code it!*. Disponible en <http://www.motherjones.com/media/2014/06/computer-science-programming-code-diversity-sexism-education>
- Solitro, U., Zorzi, M., Pasini, M. y Brondino, M. (2017). Early Training in Programming: From High School to College. En O. Gaggi, P. Manzoni, C. Palazzi, A. Bujari y J. Marquez-Barja (Eds.), *Smart Objects and Technologies for Social Good. GOODTECHS 2016. Lecture Notes of the Institute for Computer Sciences, Social Informatics and Telecommunications Engineering, vol 195* (pp. 325-332). Cham: Springer.
- Weintrop, D., Beheshti, E., Horn, M., Orton, K., Jona, K., Trouille, L. y Wilensky, U. (2016). Defining Computational Thinking for Mathematics and Science Classrooms. *Journal of Science Education and Technology*, 25, 127-147.
- Wilcoxon, F. (1945). Individual Comparisons by Ranking Methods. *Biometrics* 1, 80-83.
- Wing, J. M. (2006). Computational thinking. *Communications of the ACM*, 49 (3), 33-35.
- Wing, J. M. (2014). *Computational thinking benefits society. 40th anniversary blog of social issues in computing*. Disponible en <http://socialissues.cs.toronto.edu/index.html%3Fp=279.html>
- Zapata-Ros, M. (2015). Pensamiento computacional y alfabetización digital. *Revista de Educación a Distancia*, 46. Disponible en <http://www.um.es/ead/red/46/zapata.pdf>



## La metodología Context-Based Approach en STEM: modelización de datos meteorológicos.

Almaraz, Cristina<sup>a</sup> y López, Carmen<sup>b</sup>

<sup>a</sup>Universidad de Oviedo, Escuela Politécnica de Ingeniería de Gijón, almarazlopez@hotmail.com, <sup>b</sup>Universidad de Salamanca, lopezc@usal.es

---

### **Abstract**

*GeoGebra is a dynamic math software for all educational levels that brings together geometry, algebra, spreadsheet, graphs, statistics and calculus into one easy-to-use program. This study focuses on how this resource can be used to improve the teaching of STEM in Engineering training, through a didactic proposal that follows a Context-Based Approach methodology, where the context is a real need for a company that can be translated to the Engineering classroom to implement good practices in STEM teaching. The specific purpose is that, based on specific observations, we need to show information about the density and height of clouds. For this we must calculate the points that define an area of clouds and find a polygonal representation of the surface that it occupies.*

**Keywords:** *STEM, Geogebra, Polygon, Representation.*

---

### **Resumen**

*GeoGebra es un software de matemáticas dinámicas para todos los niveles educativos que reúne geometría, álgebra, hoja de cálculo, gráficos, estadística y cálculo en un solo programa fácil de usar. Este estudio se centra en cómo este recurso puede usarse para mejorar la enseñanza en STEM, mediante una propuesta didáctica que sigue una metodología de Context-Based Approach, donde el contexto es una necesidad real de una empresa que se puede llevar a las aulas de Ingenierías para implementar buenas prácticas en la enseñanza STEM. El propósito concreto es que, a partir de las observaciones puntuales, necesitamos mostrar información sobre la densidad y altura de las nubes.*

*Para ello debemos calcular los puntos que definen una zona de nubes y encontrar una representación poligonal de la superficie que ocupa.*

**Palabras clave:** *STEM, Geogebra, Representación, Polígonos.*

## **Introducción**

El objetivo del proyecto es mejorar los conocimientos y habilidades de ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas (STEM: Science, Technology, Engineering & Mathematics) y promover actitudes positivas hacia estas disciplinas. Investigadores de la educación estudian cómo promover el cambio en las prácticas de enseñanza en STEM. Henderson, Beach y Finkelstein (2011) revisaron 191 artículos de investigación publicados entre 1995 y 2008, identificando cuatro amplias categorías en las estrategias de cambio: modificar el currículo, desarrollar profesores reflexivos, promulgar políticas y desarrollar visión. Concluyeron que las estrategias de cambio efectivas están alineadas con el cambio en las creencias de los profesores y, especialmente, de los estudiantes, pues están llamados a ser ciudadanos en sociedades basadas en el conocimiento, en las que la ciencia desempeña un papel importante. Las "mejores prácticas" de enseñanza incrementarán el conocimiento de STEM de los alumnos (Fraser, Tobin y McRobbie, 2012). Se ha observado (Ritz y Fan, 2015) que muchos estudiantes están perdiendo su potencial competitividad para las empresas basadas en conocimientos debido su aversión a temas STEM. En este trabajo consideraremos, al igual que López (2011), que las TIC ayudan al docente de Matemáticas, siendo un inestimable aliado para conseguir alimentar la pasión por las matemáticas en los estudiantes y desarrollar las necesarias habilidades de resolución de problemas.

## **Trabajos Relacionados**

A pesar del reconocido potencial de la tecnología para la enseñanza y el aprendizaje, su integración en la educación en matemáticas está siendo más lenta que las expectativas que muchos investigadores y educadores tenían hace algunas décadas (Lagrange, Artigue, Laborde & Trouche, 2003). El papel del profesor ha sido reconocido como un factor crítico y problemático en este proceso integrador (Artigue, Drijvers, Lagrange, Mariotti y Ruthven, 2009; Doerr y Zangor, 2000; Lagrange y Ozdemir Erdogan, 2009; Monaghan, 2004). Se ha reconocido que la forma en que los profesores abordan el uso de la tecnología tiene importantes consecuencias para los efectos de su uso en el aula (Kendal y Stacey, 2002). Además, los profesores a menudo experimentan dificultades para adaptar sus técnicas de enseñanza a situaciones que requieran el uso la tecnología (Monaghan, 2004).

En la actualidad se considera la tecnología educativa un campo cuyo objetivos son el diseño de experimentos para el uso posterior por los profesores y estudiantes (Reeves, 2007; Kelly, Lesh, Baek, 2018), y el modelado iterativo de situaciones de aprendizaje (Hirsch y McDuffie,

2016). Estas investigaciones han demostrado que las herramientas tecnológicas pueden involucrar a los estudiantes en aprendizajes auténticos que favorecen el desarrollo de habilidades básicas y superiores. Además, las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (Pant, 2012) advierten que el éxito de integrar efectivamente la tecnología en lecciones de aula radica en la capacidad del profesor. La importancia de utilizar la tecnología en educación matemática ha sido destacada por el Consejo Nacional de profesores de matemáticas (NCTM): “entornos digitales permiten a los profesores adaptar sus métodos de instrucción y enseñanza y ser más eficaces a las necesidades de sus estudiantes” (NCTM, 2000, p. 24). El NCTM ha comprobado que los conceptos geométricos requieren consideraciones especiales y recomiendan para mejorar la comprensión y mejorar el aprendizaje los Software de Geometría Dinámica (DGS) que ofrecen nuevas herramientas que van más allá de los métodos tradicionales, proporcionado acceso, construcciones geométricas y soluciones (Straesser, 2001).

La perspectiva teórica principal que asumimos en este trabajo es el enfoque instrumental (Artigue, 2002), que reconoce la complejidad de la tecnología en educación matemática. Según este enfoque, el uso de una herramienta tecnológica implica un proceso de la génesis instrumental, durante el cual el objeto o artefacto se convierte en un instrumento. Este instrumento es un constructo psicológico, que combina el artefacto y los esquemas para resolver tareas específicas.

En este sentido se ha desarrollado software para facilitar la enseñanza y el aprendizaje de las Matemáticas, como GeoGebra, que se ha convertido en una herramienta que puede ayudar a los profesores a diseñar situaciones de aprendizaje efectivas. Se han realizado estudios que valoran la enseñanza con GeoGebra y que han demostrado la mejora de la eficacia del aprendizaje. Li (2007) cita que más de 73% de los alumnos encuentran GeoGebra una tecnología muy útil para el aprendizaje.

### **GeoGebra**

GeoGebra es una aplicación escrita como software libre, GNU General Public License, que ha sido desarrollada desde 2001 por Markus Hohenwarter, de la Universidad de Salzburg (Austria). GeoGebra es también una comunidad en rápida expansión, está traducido a cincuenta y cuatro idiomas y el número de usuarios ha crecido hasta alcanzar los veinte millones en casi todos los países. GeoGebra se ha convertido en el proveedor líder de software de matemática dinámica, apoyando la educación en ciencias, tecnología, ingeniería y matemáticas (STEM) y la innovación en la enseñanza y el aprendizaje en todo el mundo. En su corta historia ya ha obtenido una serie de prestigiosos premios. La última versión se puede descargar desde el sitio web del programa: <http://www.geogebra.org>

Pertenece a los llamados Sistemas de Geometría Dinámica (DGS, por sus siglas en inglés). La gran ventaja de GeoGebra (Losada, 2007) reside en que abarca características de dos tipos de programas matemáticos; es decir, se trata, al mismo tiempo, de un DGS y de un CAS

(Sistema de Álgebra Computacional, entre los que se encuentran Derive, Mathematica y Matlab). Esto significa que los comandos pueden ser introducidos de dos maneras, mediante el ratón (igual que hacemos en los DGS) o mediante el teclado (método utilizado en los CAS). Por ejemplo, podemos dibujar una recta que pasa por dos puntos. Para ello, utilizamos la herramienta *punto* y, pinchando con el ratón sobre la gráfica, buscamos el recurso para crear una recta. Otra manera de mostrar su representación sería a través de la introducción de su ecuación en el *campo de entrada*. Los objetos de GeoGebra se consideran dinámicamente bajo estos dos aspectos: representación gráfica y definición analítica.

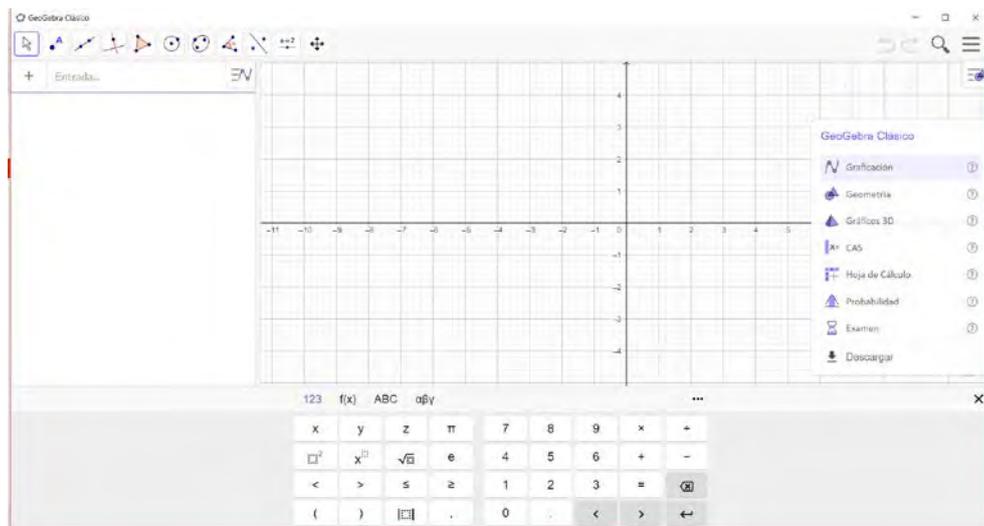
En sus inicios, GeoGebra se creó con la intención de obtener un programa que combinara la visión geométrica con la algebraica. Comenzó en 2001 como un simple proyecto para un trabajo de investigación en el campo de la enseñanza de las matemáticas. La intención de Hohenwarter era desarrollar un programa que le ayudara a la hora de impartir clase, ya que quería ser profesor de Matemáticas. De hecho, actualmente, es docente de esta asignatura en la Universidad de Linz. Al principio, el software presentaba varias limitaciones debido a la imposibilidad de guardar los archivos o de no poder cambiar el color de las figuras, entre otras dificultades de diseño. Sin embargo, ya se encontraban bien delimitada la diferencia entre la vista algebraica y la geométrica, cuya principal ventaja reside en el cambio automático de una de ellas si se realizan modificaciones en la otra. En versiones posteriores se añadió la hoja de cálculo, de manera que, a partir de ese momento, GeoGebra tenía los tres tipos principales de herramientas matemáticas de posible aplicación en el ámbito docente.

Una de las grandes ventajas de GeoGebra se halla en que su código es abierto (desde 2003) y Hohenwarter y su equipo de desarrolladores siguen actualizando y agregando funciones al programa a petición de los usuarios. El código abierto permite utilizar otros de la misma índole en la aplicación del software y, así, poder implementarlo de manera más rápida y eficiente.

También cuenta con un foro, conocido como la Comunidad GeoGebra o GeoGebratube, en el que los internautas exponen sus dudas y les pueden responder en el momento. GeoGebratube cuenta, en la actualidad, con setenta mil materiales en línea y tiene millones de visitas. Esta herramienta es de gran utilidad ya que, si surgen dificultades ante la utilización del programa, los consejos y las directrices de otros usuarios permiten resolverlas prácticamente de forma inmediata. Asimismo, el foro permite crear grupos privados para mandar archivos que solo puedan ver los miembros del mismo. Esto puede beneficiar notablemente el trabajo en el aula, ya que los profesores podrían crear una clase en línea donde subir los archivos que necesiten sus alumnos. Otra gran ventaja de este programa es que, gracias a las últimas actualizaciones, se encuentra disponible para otros sistemas como Tablet y Android. Así, los alumnos pueden acceder fácilmente al software, de manera gratuita y para utilizarlo en sus dispositivos móviles cuando y donde quieran.

En la última versión GeoGebra, se ha añadido una visión 3D. Además, se ha perfeccionado la versión para web y Tablets y la posibilidad de uso de GeoGebra en Modo Examen. La pantalla inicial de GeoGebra presenta el aspecto que se muestra a continuación:

Figura 1 Pantalla inicial de GeoGebra



Permite introducir expresiones matemáticas, además de las órdenes para seleccionar distintas funciones, caracteres o comandos. Estos se podrán escoger en los menús desplegables que aparecen a la derecha. Los funcionamientos básicos necesarios para su uso se pueden ver en Hohenwarter & Hohenwarter (2009)

### Metodología

El principal objetivo es promover actitudes positivas y mejorar la motivación hacia STEM ya que estas actitudes favorecerán los procesos de aprendizaje complejos y tendrán efectos a largo plazo sobre la persistencia del interés del estudiante en estudio de STEM (Savelsbergh, Prins, Rietbergen, Fechner, Vaessen, Draijer y Bakker, 2016). Desde esta perspectiva, han sido desarrollados varios enfoques pedagógicos (Henderson, Beach y Finkelstein, 2011)

- *Context-Based Approach*: el foco está en el uso de contextos y aplicaciones científicas/tecnológicas/ingeniería y matemáticas, los estudiantes pueden experimentar la pertinencia y la aplicabilidad de los contenidos de la ciencia;
- *Inquiry Based Learning*: es decir, presentación de preguntas o problemas;
- *Computer-Based Learning*: enseñanza basada en computadora, juegos, simulación;

- *Collaborative Learning*: por ejemplo, un trabajo basado en el proyecto o una discusión sobre un objeto específico);
- *Extra-Curricular Activities*: actividades fuera del aula ligadas al programa de escuela, por ejemplo, prácticas de campo, viajes, conferencias.

Sin embargo, estas investigaciones no proporcionan evidencias de un método de enseñanza más eficaz que otros; las conclusiones de estos trabajos son que la innovación representa una línea a seguir y que un enfoque innovador, por sí, es suficiente para elevar los estudiantes rendimiento, actitudes positivas e interés hacia STEM (Bronfenbrenner, 1979).

En concreto, la propuesta que ahora presentamos se concreta una metodología de *Context-Based Approach*, donde el contexto es un gran proyecto para desarrollar software dedicado al routing y guiado de aeronaves, que está siguiendo desarrollado por *Indra SW Lab-Gijón* para *Indra Navia*, filial noruega de Indra anteriormente conocida como *Park Air Systems* y adquirida por Indra en 2012, por lo que éste puede considerarse como un proyecto interno de Indra. Este gran proyecto, además, se está implementando en un sistema de torre remota lo que permitirá al controlador realizar la gestión del aeródromo de forma on-line, accediendo a toda la información necesaria relativa a la meteorología. Esta situación real de una empresa se puede llevar al aula de Ingenierías para implementar buenas prácticas en la enseñanza STEM, delimitando el problema que llevaremos al aula dentro de este contexto:

*Proporcionar a los pilotos la representación gráfica de los datos meteorológicos, interpolando de las mediciones puntuales recibidas on-line para tener datos suficientes y necesarios para el modelado de toda el área a representar.*

Diferentes fenómenos meteorológicos conllevarán representaciones gráficas distintas, que se abordarán de forma sucesiva. Además de representar datos relativos a la velocidad y la dirección del viento, se abordará la representación de datos relativos a la nubosidad. La aplicación, solución del problema, tiene en dos partes independientes, pero complementarias entre sí. Por un lado, la propia aplicación gráfica de representación de los datos meteorológicos y por otro un simulador que generará dichos datos y los inyectará para su posterior visualización. A partir de las observaciones puntuales, necesitamos mostrar información sobre el viento y sobre la forma, densidad y altura de las nubes. En este trabajo solo expondremos cómo resolver parte del problema: calcular los puntos que definen una zona de nubes y encontrar una representación poligonal de la superficie que ocupa.

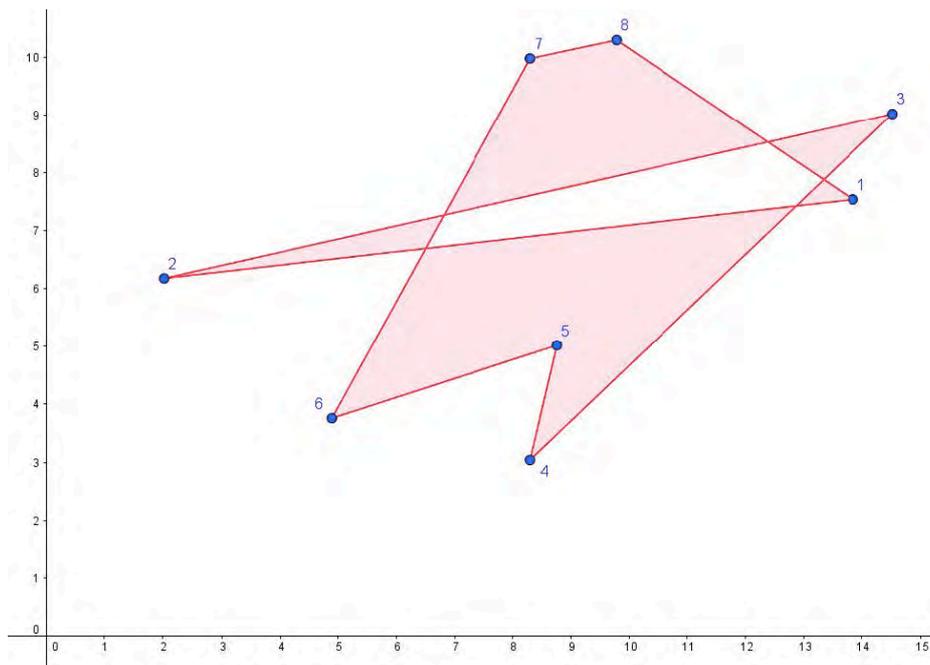
## **Resultados**

A continuación se expondrá el algoritmo utilizado para el cálculo de las nubes a representar en un momento determinado. Una nube estará definida por una serie de coordenadas geográficas que determinarán el polígono cuya área será la superficie de la nube, la altitud de la nube y su cantidad. Para un momento en el tiempo se tendrán almacenadas un conjunto de observaciones, leídas desde mensajes METAR. Para cada una de ellas se tendrán hasta cuatro

capas de nubes, cada una con una altitud y cantidad que la caracterice. Por otro lado, las nubes también tendrán una representación textual, la cual se podrá ver, para cada nube representada gráficamente sobre el mapa mediante polígonos, definidos mediante una serie de puntos geográficos que determinarán los vértices del polígono. La problemática aparece al calcular estos vértices mediante el método expuestos anteriormente, ya que el orden de la lista resultante de vértices puede ser cualquiera. Si para la representación del polígono se unen los vértices en el orden en el que estén en esta lista, los lados del polígono representado puede que se corten entre sí. Por lo tanto, deben ordenarse adecuadamente los vértices. No importa si el orden es horario o antihorario y tampoco importa cuál sea el primer vértice de la lista, el polígono resultante debe el mismo en cualquier caso.

Por ejemplo, en la figura 2 tenemos la lista de vértices sin ordenar adecuadamente y se observa cómo el polígono resultante tiene lados que se cortan entre sí. Sin embargo, si la lista se ordena en sentido horario, el polígono resultante es correcto.

Figura 2 Polígono con los vértices sin ordenar adecuadamente



Para la ordenación adecuada de los vértices se propone utilizar como punto auxiliar el centro de masas o centroide del polígono, que es el punto en una figura donde toda la masa actúa como si estuviera concentrada. Dicho de otra forma, es el punto en el cuál podríamos balancear a la figura si la sostuviéramos con un dedo. El centro de masas no necesariamente coincide con el centro geométrico de la figura e incluso puede ubicarse fuera del objeto.

El centroide, también conocido en física como centro de gravedad y en geometría como baricentro, es el caso especial del centro de masas en el que el objeto tiene su peso uniformemente distribuido.

**Figura 3 Ecuación del centroide de un polígono cuyo peso está distribuido uniformemente**

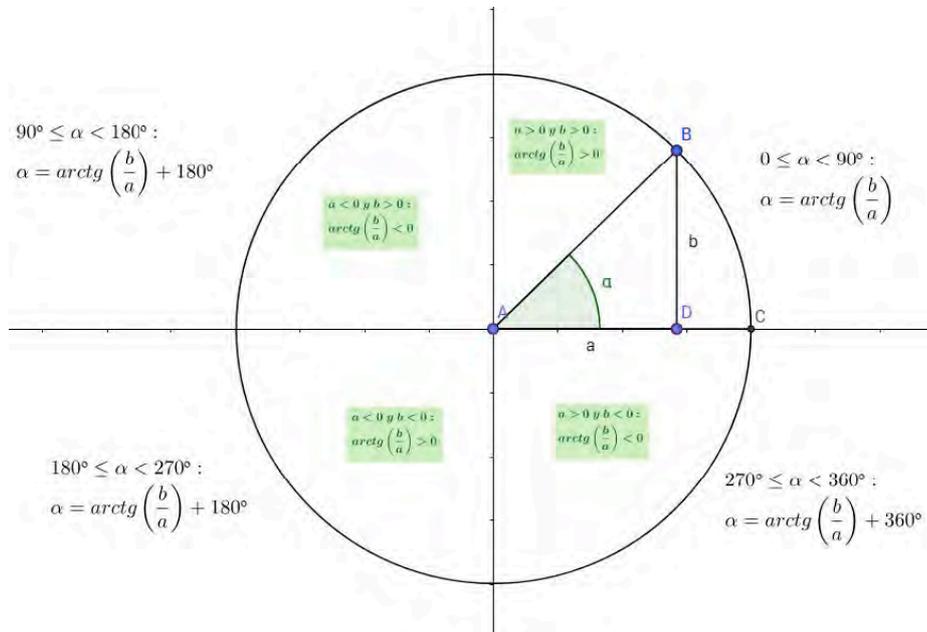
$$c_x = \frac{1}{6A} \sum_{i=1}^n (x_i + x_{i+1})(x_i y_{i+1} - x_{i+1} y_i)$$
$$c_y = \frac{1}{6A} \sum_{i=1}^n (y_i + y_{i+1})(x_i y_{i+1} - x_{i+1} y_i)$$

Donde el polígono se define mediante un número  $n$  ( $n \leq 100$ ), que indica la cantidad de puntos del polígono, seguido por  $n$  pares únicos de enteros, que son las componentes  $x$  e  $y$  de las coordenadas de cada punto.  $A$  es el área del polígono.

Hemos seleccionado un código abierto y libre, escrito en lenguaje Pascal y C, que implementa el algoritmo del cálculo del centroide o centro de masas del polígono, redondeado a tres dígitos decimales (Centroide, 2017) y lo hemos traducido del código en C a C++ para usarlo en nuestro programa.

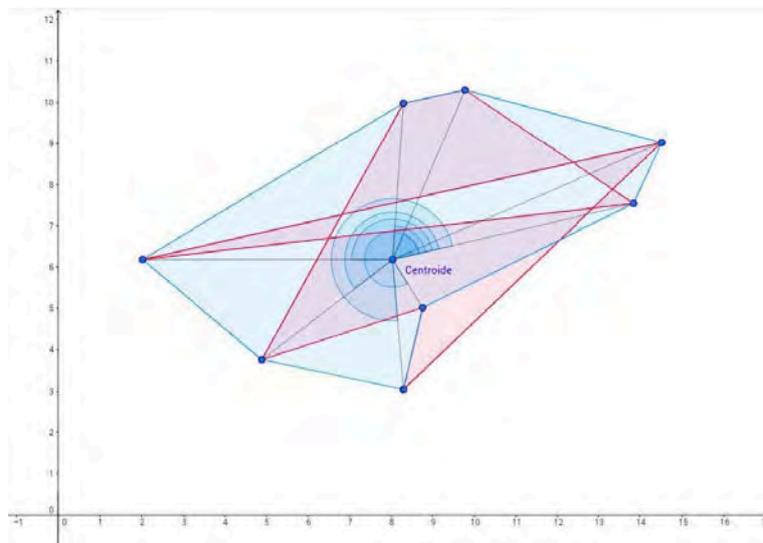
Una vez obtenido el centroide del polígono, calcularemos el ángulo entre la recta que forman cada vértice y el centroide con la recta paralela al eje de coordenadas horizontal que pasa por el centroide. Para ello utilizaremos la función arcotangente, como se puede ver en la figura más abajo. El dominio del arco tangente está entre  $-\pi/2$  y  $\pi/2$  radianes, o lo que es lo mismo, entre  $-90^\circ$  y  $90^\circ$ . En el primer cuadrante,  $\text{arctg}(b/a)$  nos dará el ángulo que buscamos. Para el cuarto cuadrante nos dará el ángulo negativo por lo que le sumaremos  $360^\circ$  (o  $2\pi$  radianes) para tener su valor dentro del rango de  $0^\circ$  a  $360^\circ$  (de  $0$  a  $2\pi$  radianes). El valor de la función arcotangente para un ángulo en el segundo cuadrante es el mismo que para su simétrico respecto al centro en el cuarto cuadrante. Pasa lo mismo con los ángulos en el tercer cuadrante, donde el arcotangente es el mismo que el ángulo simétrico en el primero. Por lo tanto, en ambos casos para conseguir el valor real del ángulo entre  $0^\circ$  y  $360^\circ$  tendremos que sumarle  $180^\circ$  (o  $\pi$  radianes) al resultado de la función arcotangente. Este cálculo del ángulo está ilustrado en la siguiente Figura 4:

Figura 4 Cálculo del ángulo entre tres puntos



Finalmente, el orden de los vértices del polígono corresponderá al orden de menor a mayor de los ángulos correspondientes a cada vértice, como se muestra en la Figura 5:

Figura 5 Ordenación de los vértices de un polígono



En Almaraz (2017) se muestra una representación dinámica propia de la construcción del polígono correcto el programa matemático GeoGebra.

## **Conclusiones**

Una de las grandes ventajas de este proyecto es que puede ampliarse para otras situaciones de aprendizaje. Asimismo, las virtudes de GeoGebra lo hacen válido para la enseñanza de las Matemáticas en todos sus aspectos, especialmente para los conceptos geométricos como apoyo visual. Con este proyecto de innovación hemos podido establecer relaciones interdisciplinarias a través de GeoGebra:

- Dibujo técnico. Se realizan polígonos regulares, líneas paralelas y perpendiculares, ángulos... cuya representación gráfica a través de este programa puede ser de gran ayuda para la comprensión y representación de los conceptos.

- Física. El programa resulta muy útil para representar las funciones y para que los alumnos puedan observar la gráfica de cada una.

En este trabajo hemos realizado una breve presentación del programa GeoGebra y tratando las ventajas del mismo en su aplicación a la enseñanza. Por extensión, también incluimos información acerca del uso de las TIC en los centros, ya que están cobrando verdadera importancia en las nuevas metodologías docentes. Consideramos que estas son herramientas imprescindibles en la educación actual y lo será, aún más, en la del futuro.

La modesta investigación realizada sobre los orígenes de GeoGebra, nos convencieron aún más de la importancia de su inclusión dentro del aula, especialmente como soporte y recurso para docentes de las enseñanzas técnicas. No es de extrañar, por tanto, que desde su creación, el programa no haya dejado de difundirse por todo el mundo.

Asimismo, la gran cantidad y diversidad de recursos existentes lo convierten en una herramienta especialmente útil en los cursos ya mencionados. El uso del foro, con que cuenta la página oficial del software, GeoGebratube, permite la difusión de todos estos contenidos de forma gratuita. En nuestra opinión, la existencia de un programa con código abierto, cuyos usuarios desarrollan numerosos materiales, constituye un elemento con altas expectativas dentro de la educación.

## **Referencias**

- Almaraz, C. (2017). Centroide con Geogebra, *GeoGebra*, 24-may-2017. [En línea]. Disponible en: <https://www.geogebra.org/m/HXY4ndp2>. [Accedido: 14-jun-2017].
- Artigue, M. (2002). Learning mathematics in a CAS environment: The genesis of a reflection about instrumentation and the dialectics between technical and conceptual work. *International Journal of Computers for Mathematical Learning*, 7, 245–274.
- Artigue, M., Drijvers, P., Lagrange, J-b, Mariotti, M. A., & Ruthven, K. (2009). Technologies numériques dans l'enseignement des mathématiques, où en est-on dans les recherches et dans leur

- intégration? En C. Ouvrier-Bufferet y M.J. Perrin-Glorian (Eds.), *Approches plurielles en didactique des mathématiques; Apprendre à faire des mathématiques du primaire au supérieur: quoi de neuf?* (pp. 185–207). Paris: Université Paris Diderot Paris 7.
- Bronfenbrenner, U. (1979). *The ecology of Human Development*. Cambridge: Harvard University Press. (Trad. Cast.: La ecología del desarrollo humano. Barcelona: Ediciones Paidós, 1987).
- Centroide. [En línea]. Disponible en: <http://pier.guillen.com.mx/algorithms/07-geometricos/07.8-centroide.htm>. [Accedido: 14-jun-2017].
- Doerr, H. M., & Zangor, R. (2000). Creating meaning for and with the graphing calculator. *Educational Studies in Mathematics*, 41, 143–163.
- Fraser, B. J., Tobin, K., & McRobbie, C. J. (Eds.) (2012). *Second international handbook on science education*. New York: Springer.
- Henderson, C., Beach, A., & Finkelstein, N. (2011). Facilitating change in undergraduate STEM instructional practices: An analytic review of the literatura. *Journal of research in science teaching* 48(8), 952–984.
- Hirsch, C.R. and McDuffie, A.R. (Ed.) (2016) *Annual Perspectives in Mathematics Education 2016: Mathematical Modeling and Modeling Mathematics*. National Council of Teachers of Mathematics Editors
- Hohenwarter, M., & Hohenwarter, J. (18 de septiembre de 2009). Geogebra. Obtenido de: [www.geogebra.org](http://www.geogebra.org)
- Kelly, A.E., Lesh, R.A. & Baek, J.Y. (Eds.). (2008). *Handbook of design research methods in education innovations in science, technology, engineering, and mathematics learning and teaching*. New York: Lawrence Erlbaum Associates. Disponible en <http://www.routledgeeducation.com/books/Handbook-of-DesignResearch-Methods-in-Education-isbn9780805860597>
- Kendal, M., & Stacey, K. (2002). Teachers in transition: Moving towards CAS-supported classrooms. *ZDM, The International Journal on Mathematics Education*, 34(5), 196–203.
- Lagrange, J.-B., & Ozdemir Erdogan, E. (2009). Teachers' emergent goals in spreadsheet-based lessons: analyzing the complexity of technology integration. *Educational Studies in Mathematics*, 71(1), 65–84.
- Lagrange, J.-B., Artigue, M., Laborde, C., & Trouche, L. (2003). Technology and mathematics education: A multidimensional study of the evolution of research and innovation. En A. J. Bishop, M. A. Clements, C. Keitel, J. Kilpatrick, y F. K. S. Leung (Eds.), *Second international handbook of mathematics education* (pp. 237–269). Dordrecht: Kluwer.
- Li, Q. (2007) Student and teacher views about technology: A tale of two cities? *Journal of research on Technology in Education*, 39(4), 377–397.
- López; C.(2011). Mejores Prácticas en la Enseñanza de las Matemáticas: La integración de las TICs. Revista: SCOPEO, El Observatorio de la Formación en Red. Boletín SCOPEO n° 34., pp. 1. En línea:[http://scopeo.usal.es/index.php?option=com\\_content&view=article&id=915&Itemid=7314/01/2011](http://scopeo.usal.es/index.php?option=com_content&view=article&id=915&Itemid=7314/01/2011).

*Geogebra como herramienta ideal para la integración de STEM en la enseñanza de las ingenierías*

- Losada, R. (2007). GeoGebra: la eficiencia de la intuición. *Gaceta de la Real Sociedad Matemática Española*, 10(1), 223–239
- Monaghan, J. (2004). Teachers' activities in technology-based mathematics lessons. *International Journal of Computers for Mathematical Learning*, 9, 327–357.
- NCTM (Ed.). (2000). Principles and standards for school mathematics. National Council of Teachers of Mathematics: Reston, Virginia.
- Pant, T. (2012, January). UNESCO supports ICT in education master plan. Kathmandu UNESCO *Newsletter*, 3(3). Recuperado de <http://unesdoc.unesco.org/images/0021/002126/212608e.pdf>
- Reeves, T. (2007) Design research from a technology perspective. En J. Van den Akker, K. Gravemeijer, S. McKenney, N. Nieveen (Eds.), *Educational design research* (pp. 86–109). London: Routledge.
- Ritz, J. M., & Fan, S. C. (2015). STEM and technology education: international state-of-the-art. *International Journal of Technology and Design Education*, 25(4), 429–451.
- Savelsbergh, E. R., Prins, G. T., Rietbergen, C., Fechner, S., Vaessen, B. E., Draijer, J. M., & Bakker, A. (2016). Effects of innovative science and mathematics teaching on student attitudes and achievement: A meta-analytic study. *Educational Research Review* 19, 158–172.
- Straesser, R. (2001). Cabri-Geometry: Does Dynamic Geometry Software (DGS) Change Geometry and its teaching and learning. *International Journal of Computers for Mathematical Learning*, 6, 319–333.



## Técnicas de gamificación en ingeniería electrónica

Yoana Fernández Pulido<sup>a</sup>, Cecilio Blanco Viejo<sup>a</sup>, Manuela González Vega<sup>a</sup>, David Anseán González<sup>a</sup>, Juan Carlos Álvarez Antón<sup>a</sup> y Juan Carlos Viera Pérez<sup>a</sup>.

<sup>a</sup>Departamento de ingeniería eléctrica, electrónica, de computación y sistemas ([fernandezyoana@uniovi.es](mailto:fernandezyoana@uniovi.es), [cecilio@uniovi.es](mailto:cecilio@uniovi.es))

---

**Abstract** *This paper describes the implementation of a Gamification activity in the electronic field. With this activity is intended to motivate the students throughout the practical classes, achieving the students attend at all the classes and pay attention to the development of the practical classes, and then put it in practice all the things learned throughout the practical classes, and thus allow theirs an increase in their final punctuation. We consider that the motivation to increase their score, in addition, the competitiveness generates for the game are going to stimulate the students to attend at all the class and improve their attention in this class with the aim of being competitive in the gamification activity. With this, we will achieve the students are going to pay attention in the class and he might acquire with more interest the knowledge taught Also is possible to observe the roles adopted in the team, this role is the future roles they are going to adopt in their future works. At last of activity an anonymous quiz will give to students for evaluating the gamification activity performed. Analyzing the results of their final punctuation and the quiz done, the result has been positive and it will be useful to perform improvements in the future.*

**Keywords:** *Gamification, electronic, quiz, motivation.*

---

### Resumen

*En este trabajo se describe la implantación de una actividad de gamificación en el ámbito de la electrónica. Con la actividad se busca motivar a los alumnos a lo largo del periodo de prácticas, logrando que asistan a todas las prácticas y presten atención a su realización para luego poner en práctica lo aprendido mediante la realización de la actividad que les permitió un aumento en la nota de la parte práctica de la asignatura. Se considera que la motivación generada por la posibilidad de aumentar su nota, además de la competitividad generada*

*por el juego, estimuló a los alumnos a asistir a todas las prácticas y mejorar su atención en las mismas para poder ser competitivos en la actividad de gamificación. Además, también se pudieron ver los roles que adoptan en equipo que serán los que en el futuro adoptarán en sus entornos de trabajo. Al final de la actividad se les proporcionó un cuestionario anónimo para que valoren la actividad de gamificación realizada. Analizando los resultados de las notas finales y de las encuestas realizadas se ha valorado positivamente la actividad y se tomará como base para realizar mejoras en el futuro.*

**Palabras clave:** *gamificación, electrónica, cuestionario, motivación*

## **Introducción Gamificación**

La gamificación (también llamada ludificación) consiste en el uso de técnicas basadas en juegos en entornos no recreativos con el objeto de promover la motivación, la concentración, el esfuerzo, la fidelización y en general todos los valores positivos comunes a todos los juegos. Se trata de una nueva estrategia para motivar a grupos de personas y que se puede emplear especialmente en ámbitos educativos.

La gamificación podría ser definida como la transformación de una actividad educativa en una actividad divertida para hacerla más atractiva desarrollando así la motivación, el esfuerzo y todos los valores positivos de los juegos. La gamificación se enmarca dentro del desarrollo de acciones de innovación de la docencia con tecnologías avanzadas.

Las actividades de gamificación a menudo son usadas en etapas educativas iniciales, como la educación infantil, pero a medida que se avanza en el sistema formativo se emplean con menos frecuencia, hasta llegar al nivel educativo universitario donde no es un método especialmente utilizado. Sin embargo, su aplicación podría aportar beneficios y por eso se propone su implantación en la asignatura de Tecnología Electrónica del Grado de Ingeniería de Tecnologías Industriales de la Universidad de Oviedo.

La aplicación de esta actividad se incluye dentro de los siguientes ámbitos: **a) innovación en el ámbito de la metodología docente** ya que nunca antes se había aplicado una actividad de gamificación en esta titulación, **b) innovación para el desarrollo de competencias transversales** en los estudios universitarios y **c) la inclusión de temáticas transversales**, ya que permite adquirir habilidades diferentes a las estrictamente exigidas en el plan docente de la asignatura. Además, con esta actividad estarán adquiriendo nuevas competencias propias del ámbito de las habilidades sociales y la pedagogía que les servirá para darse cuenta de su rol en un entorno de trabajo y sus habilidades competitivas. Y por último se enmarca dentro de la **innovación en el ámbito de la** tutoría y la orientación de los estudiantes hacia su futuro

*Yoana Fernández Pulido, Cecilio Blanco Viejo, Manuela González Vega, David Anseán González, Juan Carlos Álvarez Antón y Juan Carlos Viera Pérez*

laboral, ya que se plantea un escenario de roles que es el que previsiblemente reproducirán en su futuro laboral.

Los objetivos específicos que se pretenden lograr con este proyecto de innovación docente, son: **desarrollar acciones de innovación de la docencia con tecnologías avanzadas como el aprendizaje con gamificación, potenciar nuevas metodologías de enseñanza y aprendizaje e incentivar la asistencia** del alumnado a las clases.

Se dedicará una sesión de prácticas a la actividad de gamificación. Las sesiones se desarrollarán en el laboratorio de prácticas, distribuidos los alumnos según su grupo de prácticas de laboratorio. En un principio se había pensado en realizar toda la actividad mediante un único reto en el que participarían todos los grupos de prácticas de laboratorio juntos. Dado que la nota de la actividad se reparte en función del tiempo que tarda cada equipo en acabarla, se puede dar la situación de que el equipo más rápido de un grupo (al que se le adjudica la máxima nota) tarde más en realizarla que el equipo más lento de otro grupo (al que se le adjudica, en cambio, la mínima nota).

Con esta medida también se hubiese evitado que en cada grupo hubiese diferente número de equipos. Pero se determinó que sería imposible encontrar una hora donde todos los alumnos de todos los grupos de prácticas de laboratorio pudieran realizar la actividad, ya que dependiendo del grupo de prácticas de laboratorio en el que estaban, cada alumno tenía horarios diferentes.

Se propone a los alumnos una actividad de gamificación que estimule su capacidad de análisis y razonamiento crítico a la vez que les ayuda al repaso de la asignatura y permite evaluar sus conocimientos. Esta actividad también permitirá hacer aflorar sus diferentes perfiles, por ejemplo el perfil Miller o competitivo (que busca ganar y destacar), el perfil socializador (que busca relacionarse), el explorador (cuyo fin es avanzar divirtiéndose) y el achiever (considera que lograr puntos es su motivación en el juego), lo que les ayudará a ver su rol en el juego, que posiblemente sea el mismo que desarrollen en el futuro cuando trabajen en equipo..

### **Trabajos Relacionados**

Existen numerosos trabajos relacionados con la gamificación. Si bien es verdad que la mayoría de ellos se enmarcan en el entorno de la educación infantil, o de la educación primaria, cada vez más están apareciendo nuevos trabajos que analizan la aplicación de técnicas de gamificación en el ámbito de la enseñanza universitaria.

Las aportaciones sobre el término ludificación están bien estudiados en los artículos de Derding y otros: "Gamification: Towards a Definition" publicado en 2011, Llagostera y otros: "On Gamification and Persuasion" de 2012 y Werbach y otros: "(Re) Defining Gamification: A Process Approach" de 2014.

Las aplicaciones de la gamificación se dan en ámbitos muy diversos, dentro de los cuales podemos citar ámbitos tan diversos como la política, donde existe una aplicación llamada «Fantasy Election» que se trata de un videojuego creado por el famoso canal de televisión MTV con el objetivo de captar votantes jóvenes. Otros ámbitos de aplicación son: el mundo del deporte con apps para móviles como “zombies, run” que animan a correr simulando que huyes de zombies, el ámbito de la salud, con aplicaciones para dejar de fumar como “Quit Now”.

Incluso en el ámbito empresarial se aplica la gamificación, siendo Correos el mejor ejemplo ya que diseñó un juego consistente en premiar a los trabajadores que mejoren su página web. También empresas privadas como BBVA que ha diseñado juegos para los clientes con el fin de que visitasen más la web corporativa.

Todas estas aplicaciones de gamificación en ámbitos tan diversos como los expuestos y otros muchos son analizadas en el artículo: “La senda del maestro: Experiencias de gamificación en el aula universitaria.”

Dentro del ámbito de la gamificación aplicada a la enseñanza existen numerosos artículos que analizan su implantación en los primeros niveles de enseñanza, entre los más interesantes podemos destacar los siguientes trabajos: “ICT skills and uses of would-be primary and pre-school teachers: towards a real technological literacy for educators” de Roblizo y otros de 2015. “La encuesta como técnica de investigación. Elaboración de cuestionarios y tratamiento estadístico de los datos (I). Atención Primaria” de Casas y otros de 2013. “Experiencia de gamificación en secundaria en el aprendizaje de sistemas digitales” de Jesús Carlos Díez y otros de 2017. Y el artículo: “una propuesta de web 2.0 basada en la gamificación para la enseñanza de las ciencias en bachillerato” de Rubio y otros de 2016.

En el ámbito de la educación universitaria hay menos artículos que traten el tema, debido a que es un campo relativamente novedoso dentro de este nivel educativo. Se encuentran, sin embargo, en la literatura trabajos que analizan la implantación que se está realizando en las aulas universitarias y entre ellos destacan los siguientes trabajos que han aportado ideas para llevar a cabo este proyecto: “ Experiencias en la aplicación de la gamificación en 1º Curso de Grado de Ciencias de la Salud” de María Dolores Mauricio y otros del 2015 y “Validación de un cuestionario de satisfacción de los alumnos, para determinar el impacto de la introducción de la gamificación con el uso de los dispositivos móviles en el aula, en el aprendizaje de estudiantes universitarios” de Malena Melo y otros de 2017.

### **Metodología**

Se ha implantado una actividad de gamificación en la asignatura Tecnología Electrónica, del tercer curso del Grado de Tecnologías Industriales, de la Escuela Politécnica de Ingeniería de la Universidad de Oviedo.

*Yoana Fernández Pulido, Cecilio Blanco Viejo, Manuela González Vega, David Anseán González, Juan Carlos Álvarez Antón y Juan Carlos Viera Pérez*

La actividad de gamificación se desarrolla durante la última sesión de prácticas y se pretende que ayude al repaso de las mismas, pero también que sirva de estímulo durante el desarrollo de las sesiones ordinarias de prácticas ante la posibilidad de obtener una recompensa que ofrece la actividad de gamificación.

La actividad no sólo plantea el reto a los alumnos de que sean capaces de resolver un reto con los conocimientos adquiridos en la asignatura, sino que les plantea el desafío de enfrentarse por equipos al resto de sus compañeros y demostrar quién es el mejor y el más rápido solucionando el problema planteado. Además, dentro del propio grupo tendrán que saber adaptarse para colaborar entre sus miembros para ser el grupo que primero logre finalizar la tarea propuesta.

La asignatura en la que se ha implantado la actividad tiene diferentes grupos de prácticas. Para implantar la actividad se divide cada grupo de prácticas en diferentes equipos de competición y cada alumno realizará la actividad en uno de esos equipos de competición.

Se propone la siguiente actividad, Se indica a los alumnos que deben implementar un determinado circuito electrónico, y después aplicar a su entrada una forma de onda específica. Aunque tanto el circuito electrónico como la forma de onda difieren de los empleados en las sesiones ordinarias de prácticas, los alumnos pueden implementarlos sin problemas a partir de los conocimientos adquiridos. A continuación, se les pide a los alumnos que obtengan la forma de onda

Se les dará un máximo de 50 minutos. El equipo que no logre acabar en ese tiempo no tendrá ninguna recompensa. La recompensa para el primer equipo en finalizar y hacerlo bien es 1 punto más en la nota de prácticas, para el segundo un 0.9 más y así sucesivamente.

Al final de la actividad de gamificación, en cada grupo de prácticas se realizará una encuesta para valorar la satisfacción en el alumnado sobre la actividad de gamificación mediante una serie de cuestiones que abordan todos los puntos de la actividad. En el último apartado de esta encuesta se deja un espacio para que comenten libremente cualquier cosa que creen que debería tenerse en cuenta para futuras aplicaciones de la actividad.

Se analizaron los resultados obtenidos y se contrastaron con los de los grupos a los que se impartió clase el año anterior, para observar si se ha producido un aumento global en la calificación, en la asistencia y en la atención.

Finalmente se valorará la aplicación de esta técnica con el fin de buscar posibles mejoras, puntos fuertes de su aplicación, beneficios, etc. y tratar de reajustar los posibles errores observados y potenciar los puntos positivos y con estas mejoras desarrollar en futuros años una estrategia común para implantar en la asignatura en los sucesivos años. Pero no será un guion cerrado, sino que cada vez que se aplique se analizarán en conjunto las dificultades surgidas, los beneficios, la aceptación, la mejora del aprendizaje, etc., con el fin de reajustar el plan en

lo que supondría un proceso de mejora continua que es lo que se pretende con toda innovación docente.

Se plantea la posibilidad de en años sucesivos implantar progresivamente esta técnica en asignaturas de tecnología electrónica de otras titulaciones, primero en la asignatura de Tecnología Electrónica de los Grados en Ingeniería Mecánica, Eléctrica y Electrónica, dado que los miembros del grupo imparten clase en dicha asignatura. En caso de que las valoraciones sean positivas se planteará la implantación en otras asignaturas y titulaciones.

## **Resultados**

La actividad se implantó en total en 4 grupos diferentes de prácticas. Cabe destacar que de todos los alumnos que tenían opción a realizar dicha actividad sólo un alumno decidió no acudir a la actividad.

A cada grupo de prácticas se le indicó un reto diferente, para evitar que los grupos que realizaban la actividad después del primer grupo pudieran contar con información del reto. Pero la dificultad de todos los retos mantenía el mismo nivel.

Se dejó libertad a la hora de formar los equipos, para, al analizar los roles de los miembros del equipo, comprobar si realizaban grupos entre roles afines o entre roles opuestos. En el primer grupo se formaron tres equipos, en el segundo grupo cuatro equipos, en el tercer grupo dos equipos y en el cuarto grupo cuatro equipos. Para referirnos a cada equipo los nombraremos con dos números, el primero correspondiente al número de grupo (1, 2, 3 y 4), y el segundo al número de equipo dentro del grupo. Así por ejemplo dentro del grupo 1 el equipo 1 es el equipo 1.1 y, por ejemplo, dentro del grupo 4 el equipo 3 es el equipo 4.3.

A todos los participantes en el reto se les dejó a su disposición material suficiente para lograr el reto: osciloscopio, generador de funciones, fuente de alimentación, polímetro, componentes electrónicos de todo tipo.

Los retos que se plantearon consistieron en montar un circuito amplificador, diferente en cada uno de los 4 retos, en el que no se les dibujaba el circuito, sólo se les indicaba qué tipo de circuito era y sus especificaciones. Se les pidió que dibujasen ellos el circuito y que calcularan el valor de los componentes pasivos (resistencias) necesarios para lograr ese circuito, así como que explicasen su código de colores y midiesen su valor real con el polímetro.

Se les indicó la onda que debían generar, en todos los casos una señal alterna con una señal continua superpuesta. Y se pedía obtener la gráfica de salida dibujándola junto a la de entrada e indicando las escalas de entrada y salida del osciloscopio usadas, así como la escala de tiempos. Finalmente, se pidió medir la ganancia real para comprobar que se correspondía con la teórica.

*Yoana Fernández Pulido, Cecilio Blanco Viejo, Manuela González Vega, David Anseán González, Juan Carlos Álvarez Antón y Juan Carlos Viera Pérez*

Este reto es mucho más difícil de superar que el propio examen al que se presentarán después, lo que les hará que se enfrenten con más confianza al mismo. En el examen se les indica las resistencias que deben usar, de hecho, se les proporcionan directamente sin que tengan que calcularlas y luego buscarlas. También la onda de entrada que se les plantea en los exámenes es más sencilla de obtener.

Los retos recibieron los siguientes nombres: amplificador inversor de onda triangular planteado al grupo 1, denominado reto 1, amplificador no inversor de onda triangular planteado al grupo 2, denominado reto 2, amplificador inversor de onda senoidal planteado al grupo 3, denominado reto 3 y amplificador no inversor de onda cuadrada, planteado al grupo 4, denominado reto 4. Las formas de onda a amplificar se muestran en las **figuras 1, 2, 3 y 4**.

Lo primero que se hizo a la hora de analizar los resultados fue estudiar la composición de los equipos formados, viendo si los componentes de un mismo equipo asumían roles afines o diferenciados. La **Tabla 1**. recoge la composición de roles de cada equipo y la nota a sumar. Dos equipos aparecen empatados, se debe a que el equipo más rápido fue penalizado con 0.1 puntos menos porque tenía un fallo en el circuito que los alumnos fueron capaces de solventar tras indicárseles que reflexionasen sobre el resultado obtenido.

Analizando los roles se observa que no hay un rol explorador, ningún alumno participó en la actividad sólo con el objeto de divertirse, sino que todos buscaban, cada uno con sus actitudes y dentro de su papel lograr la recompensa. En cuanto a la distribución de grupos por roles, vemos que existen 8 equipos donde sus miembros tienen el mismo perfil, frente a 5 donde hay perfiles variados.

Dentro de los equipos donde todos tienen el mismo perfil, tres son achiever, dos killer y dos socializadores. Los killer y los achiever, cada uno dentro de su rol, buscan lograr por encima de todo la recompensa, lo que nos hace indicar que la gente competitiva suele juntarse y a tenor de los resultados obtenidos (ver Tabla 1.) vemos que obtienen mejores resultados los que tienen ese perfil y deciden estar juntos.

En el extremo contrario se encuentran los socializadores, ya que su meta es socializar. En los grupos formados sólo por socializadores, observamos que son los que tienen peor resultado.

En cuanto a los roles socializadores cuando se juntan con killers o achievers logran mejores resultados que cuando se juntan con sus mismos perfiles, teniendo predominancia por juntarse con achievers. Cuando no están solos los socializadores se han juntado hasta con 4 achievers frente a sólo 2 killers, esto quizás es debido a que son dos personalidades opuestas y encajan peor a la hora de lograr el objetivo.

Tabla 1. Composición de los equipos según sus roles y nota a sumar

Equipos	Nota a sumar	Roles			
		Killer	Socializador	Explorador	Achiever
1.1	0.9	1	1		1
1.2	0.9				2
1.3	0.7				2
2.1	1	2			
2.2	0.9				2
2.3	0.8		1		1
2.4	0.7		2		
3.1	0.8	1	1		1
3.2	1	1	1		
4.1	0.8				2
4.2	0.9	2			
4.3	0.9		1		1
4.4	0.6		2		

Figura 1 Reto 1

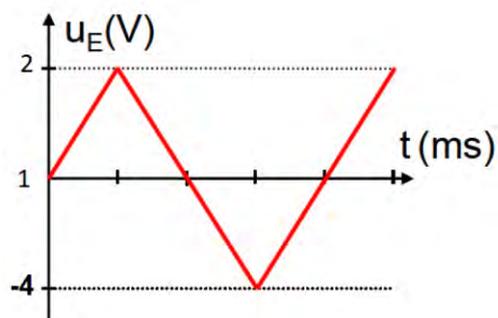


Figura 2 Reto 2

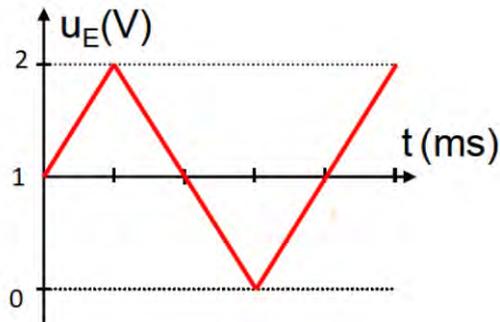


Figura 3 Reto 3

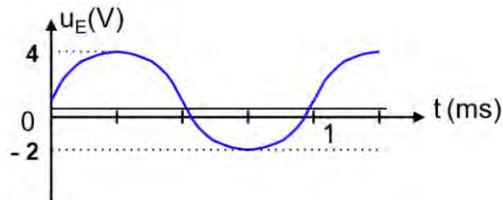
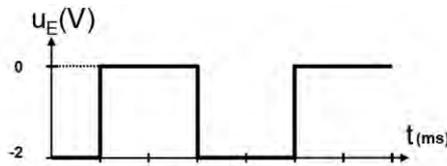


Figura 4 Reto 4



Como se puede observar en los resultados finales (ver Tabla 1.) todos los equipos han sido capaces de finalizar la actividad, lo que nos indica que han aprovechado la asistencia a las clases. Se recompensó a cada grupo con mayor puntuación según finalizó antes el reto, dándose el caso de dos grupos en el que dos equipos finalizaron a la vez.

Para finalizar la actividad de gamificación los alumnos tuvieron que cumplimentar una encuesta completamente anónima, se decidió hacerlo así con el fin de que pudiesen valorar más libremente la actividad. La encuesta que tuvieron que cumplimentar se puede ver en la **Figura 5**.

**Figura 5 Encuesta de satisfacción**

ENCUESTA DE SATISFACCIÓN ACTIVIDAD DE GAMIFICACIÓN 2017/18 TEC-  
NOLOGÍA ELECTRÓNICA

1 Asistencia a la asignatura

¿Cuál ha sido su grado de asistencia a las prácticas de la asignatura?	Poner una x en la opción que corresponda				
	A todas las clases	He faltado a una clase	He faltado a más de una y a menos de cuatro	He faltado a cuatro o más clases	No he asistido nunca
He asistido a las prácticas					

2. Motivos de la asistencia

Cuantifica los motivos para su asistencia a clase	Marque en cada cuestión la opción que más se ajuste a la realidad				
	Total desacuerdo	Bastante en desacuerdo	Parcialmente de acuerdo	Bastante de acuerdo	Muy De acuerdo
He considerado que debo asistir si quiero aprobar el examen					
He considerado que debo asistir para reforzar los conocimientos vistos en teoría					
He asistido porque quiero tener los conocimientos suficientes para poder obtener un punto más en la actividad de gamificación					
He asistido porque sé que el día de la actividad de gamificación si lo hago bien puedo obtener un punto más					
No he considerado necesario asistir a clase					

*Yoana Fernández Pulido, Cecilio Blanco Viejo, Manuela González Vega, David Anseán González,  
Juan Carlos Álvarez Antón y Juan Carlos Viera Pérez*

3. Grado de satisfacción de la actividad

Cuantifica la satisfacción de la actividad de gamificación	Marque en cada cuestión la opción que más se ajuste a la realidad				
	Muy Poco	Poco	Regular	Bastante	Mucho
Estoy satisfecho con la actividad de gamificación					

4. Impacto de la actividad

Cuantifica el impacto de la actividad de gamificación	Marque en cada cuestión la opción que más se ajuste a la realidad				
	Muy Poco	Poco	Regular	Bastante	Mucho
Considero que el hecho de premiar con un aumento de nota es lo más interesante de la actividad					
Considero que la actividad me ha animado más a preparar semanalmente la asignatura					
Considero que la actividad de gamificación hace que mejore mi asistencia a clase para estar más preparado para el día de la actividad					
Considero que es una ayuda pero que debería mejorarse el modo en el que se hace la actividad					
Considero que no aporta nada este tipo de actividades					

5. Grado de satisfacción de las prácticas

Cuantifica el Grado de satisfacción de la asignatura de prácticas en general	Marque en cada cuestión la opción que más se ajuste a la realidad				
	Muy Poco	Poco	Regular	Bastante	Mucho
La asignatura de prácticas me ha ayudado mucho a la comprensión de la asignatura					

Sugerencias de mejora en la actividad (Escriba lo que considere que mejoraría la actividad de gamificación en particular y la asignatura de prácticas en general):

*Muchas Gracias*

Se han analizado los resultados de la encuesta, que como es anónima se analizó en términos de número de alumnos que han quedado muy satisfechos, moderadamente satisfechos o que creen que la actividad puede ser mejorada.

Se realizaron 5 cuestiones con 5 posibles respuestas para cada una, para analizar esas cuestiones se numeraron por el número de cuestión, (cuando había subpreguntas se numeraron según el orden en que aparecen) más el número de opción, como son cinco opciones las nombraremos como a, b, c, d y e, según el orden en que aparecen en la encuesta. Lo que se ha hecho es sumar en cada subpregunta el número de alumnos que han votado opciones muy satisfactorias, los que han votado opciones moderadamente satisfactorias y los que han votado opciones mejorables

Si una pregunta no tiene subpreguntas, el valor global de esa pregunta se obtiene con la suma de respuestas a esa pregunta. Si tiene subpreguntas se hace la media de las valoraciones en cada apartado para dar una valoración global a la pregunta.

Se valoró además el conjunto total del cuestionario y para mostrar los resultados se dividió entre opiniones muy satisfactorias sobre la actividad, moderadamente satisfactorias sobre la actividad y opiniones que consideran la actividad mejorable. En la Tabla 2 se muestran los resultados globales.

Para mostrar con más detalle los resultados de la encuesta se pueden presentar los resultados agrupados de igual modo, dando el número de alumnos que han calificado como muy satisfactorio, moderadamente satisfactorio o mejorable cada una de las 5 preguntas de la encuesta. Esos datos se recogen en la tabla 3. Cabe comentar que un alumno dejó en blanco la pregunta 2.

**Tabla 2. Respuestas a la encuesta planteada**

<b>Valoración general de la actividad por parte de los alumnos</b>	
<b>Opiniones</b>	
<b>Muy Satisfactoria</b>	<b>23</b>
<b>Moderadamente Satisfactoria</b>	<b>4</b>
<b>Mejorable</b>	<b>1</b>

**Tabla 3. Respuestas a la encuesta planteada por preguntas**

<b>Valoración general de la actividad por parte de los alumnos</b>		
<b>Opiniones</b>		
<b>Pregunta 1</b>	<b>Muy Satisfactoria</b>	<b>28</b>
	<b>Moderadamente Satisfactoria</b>	<b>0</b>
	<b>Mejorable</b>	<b>0</b>
<b>Pregunta 2</b>	<b>Muy Satisfactoria</b>	<b>23</b>
	<b>Moderadamente Satisfactoria</b>	<b>3</b>
	<b>Mejorable</b>	<b>1</b>
<b>Pregunta 3</b>	<b>Muy Satisfactoria</b>	<b>27</b>
	<b>Moderadamente Satisfactoria</b>	<b>1</b>
	<b>Mejorable</b>	<b>0</b>
<b>Pregunta 4</b>	<b>Muy Satisfactoria</b>	<b>21</b>
	<b>Moderadamente Satisfactoria</b>	<b>7</b>
	<b>Mejorable</b>	<b>0</b>
<b>Pregunta 5</b>	<b>Muy Satisfactoria</b>	<b>23</b>
	<b>Moderadamente Satisfactoria</b>	<b>5</b>
	<b>Mejorable</b>	<b>0</b>

A la opción que les permitía al final de la encuesta hacer cualquier comentario, la mayoría no cumplimentaron ese apartado, pero las opiniones de los que sí escribieron algo fueron las siguientes : Un alumno propuso que en vez de en equipos la actividad se realizase de manera individual, otro alumno sugirió que las impartiesen diferentes profesores en cada grupo para ver de diferentes maneras la materia “podría suponerse” que se refiere a que cada profesor tiene su manera de enseñar y si cada práctica la imparte un profesor aprenderían más que si todas las prácticas fueran impartidas por un solo profesor, otros cinco alumnos alabaron tanto la actividad de gamificación como la parte de las prácticas de laboratorio de la asignatura, así como la forma de explicar del profesorado y el trato del mismo. Otro alumno nos sugirió que no era necesario repasar al comienzo de las prácticas el manejo de los instrumentos. Otro alumno propuso que se pusiesen fotos de los montajes de los circuitos en los guiones y que se elaboren guiones más detallados, así como premiar mediante alguna actividad también la parte de la teoría. Por último, otro alumno reiteró la necesidad de incluir fotos en los montajes de los guiones.

Se han tenido en cuenta las opiniones de los alumnos y los resultados obtenidos para valorar la actividad. Precisamente el elaborar unos guiones más detallados y con fotos es algo que se había planteado y que se llevó a cabo en esta asignatura en los grados impartidos en el segundo semestre, enmarcado dentro de una actividad de flipped classroom.

En cuanto a sugerir una actividad de gamificación en teoría, es uno de los retos propuestos para mejorar esta actividad en caso de que la aplicación en las prácticas resultase efectiva. La sugerencia de realizar la actividad de forma individual, se considera que puede ser menos útil ya que se quiere fomentar el trabajo en equipo, herramienta fundamental en su futuro laboral.

La sugerencia planteada de diferentes profesores para cada práctica, es difícil que pueda implantarse dado que la impartición de las horas docentes por asignatura debe ajustarse a las normas de la Universidad.

Analizadas las encuestas, se observa una abrumadora opinión favorable a la actividad. Lo que junto con los resultados favorables en cuanto a que todos los participantes superaron el reto, permite valorar como positiva la actividad y nos anima a volver a implantarla en años sucesivos para comprobar si sigue la tendencia positiva.

En cuanto al análisis en términos de asistencia a clase y de aprobados finales, los resultados han superado las expectativas que se tenían, ya que, haciendo la comparativa con los cuatro grupos equivalentes del curso anterior, en el curso anterior el número de suspensos de las prácticas fue de 6 personas, mientras que entre los alumnos que este año realizaron la actividad de gamificación no hubo un sólo suspenso. Se ha apreciado también un incremento en las calificaciones de la parte práctica de la asignatura. Con lo que se puede concluir que la implantación de la actividad supone una mejora frente al método docente habitual consistente en una actividad de repaso en lugar de una actividad de gamificación.

*Yoana Fernández Pulido, Cecilio Blanco Viejo, Manuela González Vega, David Anseán González, Juan Carlos Álvarez Antón y Juan Carlos Viera Pérez*

Analizando las posibles mejoras de esta actividad, creemos que sería una buena idea combinar con la actividad de gamificación actual la práctica de flipped classroom, en las que previamente a que los alumnos tengan que asistir a las prácticas se les facilita material audiovisual sobre el desarrollo de las mismas, así como la elaboración de guiones más detallados, en los que no sólo se describe la práctica sino que se dan todas las explicaciones que el profesor va a impartir en clase, atendiendo así a las demandas del alumnado y aprovechando los beneficios de ambas actividades. Además, se plantea ampliar las actividades de gamificación a la parte teórica de la asignatura y se está trabajando en métodos de implantación de la misma.

### **Conclusiones**

Se ha implementado una actividad de gamificación en el ámbito de la tecnología electrónica consistente en plantear un reto por equipos y premiar con un aumento de la nota en la parte práctica de la asignatura a los alumnos que superen el reto, obteniendo un aumento directamente proporcional a la brevedad con la que superen el reto.

A juzgar por los resultados de la valoración de los alumnos sobre la actividad, del aumento de la asistencia a clase, como de las notas de los alumnos que realizaron la actividad, el aumento general en las calificaciones respecto a otros años y ni un solo suspenso, la implantación de la actividad ha sido un éxito.

La valoración positiva de la actividad de gamificación lleva a plantearse mejoras en la misma, como pueden ser la combinación de esta actividad con la actividad de flipped classroom, también implementada por el mismo equipo de trabajo en la misma asignatura impartida en el segundo semestre, así como ampliar las actividades de gamificación a la parte teórica de la asignatura, con el ánimo de lograr una mejora continua en el método docente.

Durante las clases de prácticas, se ha observado un aumento del interés y de la participación de los estudiantes comparado con otros años en los que no se implantaba esta actividad. Atendiendo a los resultados de las encuestas se puede deducir que es una metodología del gusto de los estudiantes, y que tiene como punto positivo que favorece el aprendizaje. Por tanto, se puede concluir que la gamificación es una herramienta que utilizada de manera complementaria a las clases prácticas habituales resulta eficaz para incrementar el grado de atención y consolidar los conocimientos aprendidos durante las clases, además de una preparación para el examen final.

Por último, decir que este trabajo ha podido realizarse gracias al Proyecto de Innovación docente: «Implantando la gamificación educativa en el ámbito de la tecnología electrónica» PINN-17-A-024. Y el proyecto de Innovación: «Implementación de la metodología Flipped learning para el aprendizaje autónomo en el laboratorio: aplicación en el ámbito de la Electrónica analógica» PINN-14-A-077.

## **Referencias**

- Deterding, S. Khaled, R. Nacke, Le. Dixon, d. (2011). "Gamification: Towards a Definition" en CHI 2011. Vancouver. AMC 978-1-4503-0268-5/11/05
- Llagostera, E. (2012). "On Gamification and Persuasion" en XI SB Game. SBC-Proceeding of SB Games. Brasilia. Games for change-Full papers. 12-21.
- Werbach, K. (2014). "(Re) Defining Gamification: A Process Approach" en Spagnolli, A. Persuasive Technology: Persuasive Technology lecture Notes in Computer Science Switzerland. Springer International Publishing. (8462) pp 266-272
- Cristina Martínez García. (2016). *La senda del maestro": experiencias de gamificación en el aula universitaria*. XII Congreso español de sociología.
- Manuel J. Robizo Colmenero (2015) *ICT skills and uses of would-be primary and pre-school teachers: towards a real technologi-calliteracy for educators*
- J.Casas Anguita J.R.Repullo Labrador J.Donado Campos (2013) *La encuesta como técnica de investigación. Elaboración de cuestionarios y tratamiento estadístico de los datos (I)*.
- Jesús Carlos Díez Rioja, David Bañeres Besora, Montse Serra Vizern (2017) *Experiencia de gamificación en secundaria en el aprendizaje de sistemas digitales*
- Pablo Fernández Rubio (2016). *Una propuesta de web 2.0 basada en la gamificación para la enseñanza de las ciencias en bachillerato*
- Maria Dolores Mauricioa, Eva Sernab y Soraya L. Vallésa (2015). *Experiencias en la aplicación de la gamificación en 1º Curso de Grado de Ciencias de la Salud*
- Malena Melo, Juan Ángel Contreras, Juan Arias (2017) *Validación de un cuestionario de satisfacción de los alumnos, para determinar el impacto de la introducción de la gamificación con el uso de los dispositivos móviles en el aula, en el aprendizaje de estudiantes universitarios*
- Alaminos, A., & Castejón, J. L. (2006). *Elaboración, análisis e interpretación de encuestas, cuestionarios y escalas de opinión*. Alicante: Alcoy.
- Arias, J. (2008). *Evaluación de la Calidad de Cursos Virtuales: Indicadores de Calidad y construcción de un cuestionario de medida. Aplicación al ámbito de asignaturas de Ingeniería Telemática*. Memoria para el título de Doctor. Badajoz: Universidad de Extremadura.



## **El Reto del Aprendizaje Basado en Proyectos para Trabajar en Competencias Transversales. Aplicación a Asignaturas de Electrónica en la ETSID de la UPV**

**Javier Ibáñez, Rafael Masot, Miguel Alcañiz, Cristian Olguin, Carlos Sánchez, Roberto Capilla y Luis Gil**

Departamento de Ingeniería Electrónica. Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño.

Universitat Politècnica de València (jibanyez@eln.upv.es)

---

### ***Abstract***

*Project-based learning is a teaching method that can facilitate the assimilation of new concepts and competences by the students, since this method allows the creation of an atmosphere for the generation of ideas, cooperation in work and the commissioning of engineering proposals. This type of learning also facilitates the work and control of some of the so-called transversal competences, which determines the student's ability in aspects such as understanding and integration; innovation, creativity and entrepreneurship, ability to design and project, group work, time management, etc. These competences are of a general nature, but the Universitat Politècnica de València (UPV) has regulated their implementation in undergraduate and postgraduate degrees.*

*This paper presents the characteristics of five subjects in the subject of electronics in different degree programs that are taught at the Higher Technical School of Design Engineering (ETSID) of the UPV, where a teaching based on learning is applied. For each one of the subjects, their general characteristics, the teaching methodology used in relation to the projects carried out by the students, the evaluation of the contents of the transversal competences and the results obtained are specified.*

**Keywords:** *Project-Based Learning, Transversal Competencies, Electronic Technology, Higher Technical School of Design Engineering (ETSID).*

### **Resumen**

*El aprendizaje basado en proyectos es un método docente que puede facilitar la asimilación de nuevos conceptos y competencias por parte de los alumnos, ya que este método permite crear una atmósfera para la generación de ideas, la cooperación en el trabajo y la puesta en marcha de propuestas de ingeniería. Este tipo de aprendizaje también facilita el trabajo y el control de algunas de las llamadas competencias transversales, que determinan la capacidad del alumno en aspectos como la comprensión e integración, la innovación, la creatividad, el emprendimiento, la capacidad de diseñar un proyecto, el trabajo en grupo, la planificación, la gestión del tiempo, etc. Estas competencias son de carácter general pero la Universitat Politècnica de València (UPV) ha regulado su puesta en marcha en las titulaciones de grado y postgrado.*

*En esta comunicación se presentan las características de cinco asignaturas de la materia de electrónica en diferentes titulaciones de grado que se imparten en la Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño (ETSID) de la UPV donde se aplica una docencia basada en el aprendizaje en proyectos. Para cada una de las asignaturas se especifican cuáles son sus características generales, la metodología docente empleada en relación a los proyectos realizados por los alumnos, la evaluación de los contenidos de las competencias transversales y los resultados obtenidos.*

**Palabras clave:** *Aprendizaje Basado en Proyectos, Competencias Transversales, Tecnología Electrónica, Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño (ETSID).*

### **1. Introducción**

En los planes de estudios de las titulaciones universitarias se establecen claramente cuáles son las competencias específicas que debe adquirir el estudiante para obtener el título correspondiente. Pero además de estas competencias, las empresas y empleadores manifiestan cada vez más la necesidad de trabajar en unas competencias transversales o genéricas que determinen la capacidad del alumno para desenvolverse en un entorno laboral cada vez más dinámico y exigente.

Desde el curso 2015/2016 la Universitat Politècnica de València (UPV), por iniciativa del Vicerrectorado de Estudios, Calidad y Acreditación, y respaldada actualmente por el plan estratégico UPV2020, estableció un marco competencial para sus titulados que consiste en trabajar en 13 competencias transversales (Tabla 1) que sus titulados deben alcanzar al finalizar sus estudios. Para ello es necesario que se trabajen en las diferentes asignaturas que conforman el plan de estudios de cada titulación. La distribución de dichas competencias por

asignaturas depende de cada titulación, pero en líneas generales en las titulaciones de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño (ETSID) se establece que cada asignatura troncal sea punto de control de una competencia transversal aunque también se puede trabajar en varias competencias. De esta forma, desde cada una de las asignaturas, las competencias transversales forman parte de las tareas de docencia, incorporando puntos de control y evaluación.

**Tabla 1. Marco competencial de las competencias transversales en la UPV**

<b>CT1. Comprensión e integración</b>
CT2. Aplicación y pensamiento práctico
CT3. Análisis y resolución de problemas
<b>CT4. Innovación, creatividad y emprendimiento</b>
<b>CT5. Diseño y proyecto</b>
<b>CT6. Trabajo en equipo y liderazgo</b>
CT7. Responsabilidad ética, medioambiental y profesional
CT8. Comunicación efectiva
CT9. Pensamiento crítico
CT10. Conocimiento de problemas contemporáneos
CT11. Aprendizaje permanente
<b>CT12. Planificación y gestión del tiempo</b>
CT13. Instrumental específica

Las competencias transversales CT1, CT4, CT5, CT6 y CT12 (escritas en la tabla con letra negrita) son susceptibles de ser trabajadas mediante técnicas de Aprendizaje Basado en Proyectos o “Project Based Learning” (PBL). Esta técnica ha sido ampliamente estudiada como una tarea general de la docencia (Fernández, 2009) y como una consecuencia del proceso de Bolonia, el alumno se convierte en protagonista de su proceso de aprendizaje (González, 2008) demostrando ser altamente motivadora por cuanto hace que los alumnos sean participantes de su propio aprendizaje, estableciendo liderazgos, organizando la división de tareas y la planificación del tiempo, así como fomentando la iniciativa y la creatividad. Además, el

alumno consigue tener una mejor percepción de la docencia y el trabajo del profesorado porque lo que acaban viéndolo como una persona cercana y guía del aprendizaje (Sancho, 2013).

Las técnicas PBL se han aplicado y analizado para diversos campos de la enseñanza universitaria (Calvo, 2010), pero uno de los que tienen más éxito es en la ciencia o ingeniería por su eminente carácter práctico (Alba, 2015), y más concretamente la electrónica donde se han presentado diversos estudios sobre su puesta en práctica (Zhang, 2016)

En una apuesta conjunta de la ETSID y del Departamento de Ingeniería Electrónica (DIE) de la UPV se ha implantado esta técnica de enseñanza-aprendizaje en asignaturas de contenido de electrónica de cada uno de los grados que se imparten en dicha escuela (Tabla 2). El grado de Ingeniería Eléctrica todavía no se ha implementado esta técnica pero se está planificando para su puesta en marcha el próximo curso académico. El resto de asignaturas ya vienen utilizando este tipo de técnicas basado en proyectos desde hace varios cursos académicos con diferentes modelos de aplicación según las características de cada una.

A lo largo de esta comunicación se expondrán las peculiaridades de cada uno de los sistemas utilizados, incluyendo las metodologías de evaluación y las valoraciones de su puesta en funcionamiento.

**Tabla 2. Estudios de Grado impartidos en la ETSID de la UPV y asignaturas de electrónica implicadas en el Aprendizaje Basado en Proyectos**

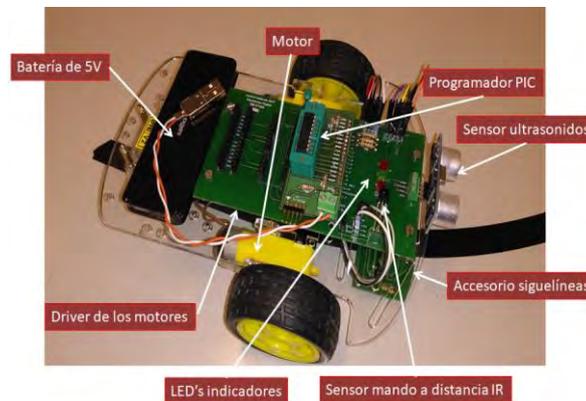
Grado	Asignatura Implicada
Grado en Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo de Productos	Integración de la Electrónica en el Diseño de Productos
Grado en Ingeniería Mecánica	Aplicaciones Electrónicas en la Ingeniería
Grado en Ingeniería Electrónica Industrial	Electrónica Digital
Grado en Ingeniería Aeroespacial	Tecnología Electrónica
Grado en Ingeniería Eléctrica	

## **2. Electrónica Digital del Grado en Ingeniería en Electrónica Industrial y Automática**

La Electrónica Digital es una asignatura troncal del Grado de Ingeniería en Electrónica Industrial y Automática y se imparte durante el segundo curso, cuarto semestre de la titulación. Tiene un total de 7,5 ECTS, repartidos en sesiones teóricas, prácticas de aula, informáticas y de laboratorio. Los contenidos de la asignatura se dividen en dos bloques temáticos. El primer bloque se destina a desarrollar los conocimientos propios de la electrónica digital cableada,

sobretudo el diseño de sistemas secuenciales síncronos y la interface entre sensores y actuadores con los sistemas digitales. En el segundo bloque se introducen los conceptos de microprocesador y microcontrolador, en concreto, un microcontrolador básico de la familia PIC de Microchip (PIC16F88) con programas escritos en lenguaje C. Es en este segundo bloque donde se desarrolla la actividad del diseño autónomo de un proyecto, concretamente de un vehículo de tipo kit (Figura 1) que incorpora sensores, motores y el microcontrolador. La enseñanza basada en el uso de microcontroladores ha sido uno de los campos donde más se presta a realizar la técnica PBL (Arias, 2010).

**Figura. 1. Vehículo de competición para los proyectos de la asignatura de Electrónica Digital**



### 2.1. Metodología

El vehículo proporcionado a los alumnos permite su utilización para tres modalidades de competición:

- Sigue líneas. Mediante tres sensores ópticos de infrarrojos situados en la parte inferior del vehículo, se puede seguir un circuito compuesto por una pista negra trazada sobre fondo claro.
- Evita Obstáculos. La incorporación de un emisor-receptor de ultrasonidos, permite detectar la presencia de objetos y evitar la colisión con ellos realizando giros para seguir una ruta que evite los obstáculos que encuentre por el camino.
- Mando a Distancia. Un dispositivo receptor de rayos infrarrojos permite el guiado del vehículo mediante diferentes botones de un mando a distancia de TV universal.

La propuesta consiste en que los alumnos, en grupos de tres, realicen la programación del microcontrolador para que el vehículo pueda participar en las tres competiciones, que consisten en recorrer un circuito cerrado en el mínimo tiempo posible. Durante el último mes de la asignatura, tanto las clases teóricas como las de prácticas, se destinan al trabajo colaborativo y a la preparación de los programas de microcontrolador y pruebas con los vehículos.

Por último, se realiza la competición en el hall de la ETSID donde cada grupo obtiene una puntuación de acuerdo al reglamento que se les ha facilitado con anterioridad.

## 2.2. Evaluación.

Para la evaluación de este acto académico, se recogen tres evidencias:

- Memoria final de la actividad. En esta memoria técnica, cada grupo expone los algoritmos de control utilizados en el programa del microcontrolador, con organigramas y resaltando las mejoras que ha introducido. También se incluye un apartado con la valoración personal de la actividad que sirve a los profesores para introducir mejoras en las siguientes ediciones. Para la evaluación de esta evidencia se dispone una rúbrica previamente conocida por los alumnos que recoge los aspectos evaluables de la memoria.
- Las puntuaciones obtenidas en el desarrollo de la competición basadas en tiempo en realizar el recorrido y posibles penalizaciones por salida de pista del vehículo. Estas puntuaciones son una evidencia objetiva de la bondad de la programación realizada.
- Autoevaluación. Cada miembro del grupo emite una valoración secreta del trabajo realizado por los otros dos miembros del grupo, permitiendo así detectar liderazgos y esfuerzos.

## 2.3. Resultados.

De las valoraciones de los alumnos se desprende que la actividad es altamente motivadora y cumple con los objetivos previstos, en cuanto que se trabajan las competencias transversales (trabajo en grupo, innovación, creatividad, emprendimiento, liderazgo, etc.) y les resulta, además, amena, divertida y de aplicación práctica de los conocimientos adquiridos en la asignatura. También hay que reconocer que deben superar algunas dificultades debidas sobre todo por el diferente comportamiento mecánico de los vehículos.

Las experiencias y resultados de la experiencia docente de esta asignatura basada en proyectos fue presentada en congreso internacional docente (Ibáñez, 2017).

**Figura. 2. Circuito de competición para proyectos de la asignatura de Electrónica Digital**



### 3.- Integración de la Electrónica en el Diseño de Productos en el Grado en Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo de Productos.

Esta asignatura es optativa del Grado en Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo de Productos y se imparte en el cuarto curso, primer semestre, con 4,5 créditos repartidos entre teoría y prácticas de laboratorio. Es de destacar que la titulación está enfocada al diseño general de productos industriales, con un alto contenido de asignaturas de expresión gráfica, con lo que los alumnos no suelen tener conocimientos de electrónica.

Durante la primera parte de la asignatura se imparten contenidos básicos de electrónica analógica, digital y de potencia. En el tramo final de la asignatura, se propone la realización de un proyecto de diseño que incorpore como valor añadido parte de electrónica. Los proyectos son sugeridos por los profesores o propuestos por los propios alumnos y se basan en la utilización de un microcontrolador de Atmel (ATMEGA328P) bajo la plataforma Arduino por ser sencilla, económica y de uso muy generalizado.

#### 3.1.- Metodología.

Los alumnos realizan sus propuestas de proyecto a realizar y entonces son consensuados con los profesores de la asignatura, los cuales limitan el nivel técnico de estas propuestas para

que se puedan realizar en el tiempo disponible. A partir de este momento, las sesiones teóricas y prácticas se destinan al desarrollo de los proyectos. Cada grupo de trabajo, formado por dos alumnos, se centra en la realización de una maqueta y un póster explicativo. Ambos, se exhibirán en una sesión final al público de la ETSID donde los alumnos deberán responder a las preguntas de los asistentes como si se tratara de una sesión de congreso.

**Figura. 3. Exposición de los Proyectos de la Asignatura Integración de la Electrónica en el Diseño de Productos**



#### 3.2.- Evaluación.

La evaluación abarca dos aspectos importantes del proyecto, por un lado, el póster resumen que debe comunicar y atraer la atención del visitante y por otro, la maqueta y el proyecto en sí mismo. Para esto se dispone de la rúbrica correspondiente, previamente conocida por los alumnos.

#### **4.- Tecnología Electrónica en el Grado en Ingeniería Aeroespacial.**

La titulación de Grado de Ingeniería Aeroespacial se caracteriza por el elevado técnico de sus asignaturas y por la calidad y motivación de sus alumnos ya que la nota de corte para el acceso a estos estudios es elevada.

La asignatura de Tecnología Electrónica es optativa de tercer curso, primer semestre, con 4,5 ECTS y tiene como base Ingeniería Electrónica, asignatura troncal () que se da en el segundo semestre del curso anterior y en la que se imparten de forma rápida pero intensa los conceptos generales de ingeniería electrónica.

Al ser la asignatura Tecnología Electrónica una asignatura opcional se presta fácilmente a la utilización de la técnica de Aprendizaje Basado en Proyectos. En ella se aprovecha la base formativa de la asignatura anterior para desarrollar un trabajo en forma de proyecto. Además, por su condición de optativa garantiza un perfil de alumno con interés y voluntad por profundizar en el conocimiento de la electrónica y sus aplicaciones, que escoge esta propuesta de entre una gran variedad de opciones guiado por un criterio vocacional. Al mismo tiempo, la naturaleza voluntaria de la asignatura limita el número de estudiantes de forma que el grupo docente posee un máximo de treinta alumnos, lo que hace viable y da sentido a esta iniciativa.

##### **4.1 - Metodología**

La asignatura tiene 4,5 créditos divididos en 2,25 créditos teóricos y 2,25 créditos de prácticas de laboratorio repartidos en las quince semanas del semestre en sesiones de tres horas cada una. A lo largo del curso se desarrolla e implementa un proyecto electrónico en el ámbito de la ingeniería aeroespacial, basado en el microcontrolador PIC18F4520. Para que los proyectos a desarrollar tengan una suficiente entidad, las primeras semanas los alumnos estudian conceptos de electrónica más avanzados como son comunicación serie con protocolo I2C y UART, control de servomotores y de motores DC, comunicaciones inalámbricas PC-microcontrolador y programación y diseño de interfaces gráficas mediante MATLAB.

Durante estas primeras sesiones, los alumnos valoran y deciden qué proyecto es el que quieren desarrollar, estando asesorados en todo momento por el profesorado de la asignatura. Los alumnos forman grupos de dos o tres estudiantes. Al concluir este periodo deben entregar un informe de viabilidad con el que se pretende concienciar al alumno de la necesidad de entender el diseño de forma global, analizando todas las facetas y directrices que influyen en su desarrollo.

Las siguientes semanas se emplean para desarrollar el proyecto propiamente dicho. Nos consta que el grado de implicación y las horas de dedicación y trabajo de los estudiantes son mucho mayores que en otras asignaturas que se imparten empleando una metodología docente más estandarizada. Conforme el proyecto va cobrando forma y se van superando las

fases de implantación, no sin obstáculos y complicaciones que solventar por el camino, el grado de satisfacción del alumno es inmenso. Finalmente, una vez completado definitivamente el proyecto, el alumno experimenta la sensación de crear de forma completa, partiendo de un bosquejo plasmado inicialmente en un papel hasta la realización de un prototipo real, con entidad propia, palpable y visible. Para un profesor no puede existir mayor gratificación que percibir el entusiasmo de sus alumnos por el trabajo realizado.

Al finalizar el semestre, el último día de clase, los alumnos exponen sus proyectos en el hall de la Escuela. Es un día de fiesta para los estudiantes, un colofón especial, en la que los profesores les concedemos un trato diferente. A modo de foro, todos los alumnos hacen visible su trabajo, a ojos no sólo de sus compañeros y profesores, sino captando la atención de curiosos y visitantes. Es la culminación a unas semanas de gran trabajo que se puede considerar como su momento de gloria. Las experiencias y resultados de estos proyectos y de la docencia utilizada para descubrir y aplicar la electrónica en una titulación que no es la base principal de su plan de estudios lo hemos presentado en congresos (Masot, 2014) y comunicaciones especializadas en la docencia de la electrónica (Gil-Sánchez, 2015)

**Figura. 4. Exposición pública de los proyectos del Grado de Ingeniería Aeroespacial**



#### 4.2.- Evaluación

Ajustándose a los Criterios de Evaluación del Alumnado de la ETSID en las asignaturas de Grado y Máster desarrollado en la UPV, y con la intención de aproximarse en la medida de lo posible a un sistema de evaluación en el marco EEES, se proponen 3 sistemas de evaluación:

1.- Proyecto. Con dos actos que son el informe de viabilidad (25%) y la entidad del proyecto en la que se valoran las simulaciones e implementación (25%).

2.- Observación. Con un peso del 30% de la nota final se evalúa la evolución del trabajo desarrollado en el laboratorio y del compromiso del alumno a lo largo de las sesiones. Se evalúa la capacidad de organización, el trabajo en grupo, la actitud a la hora de resolver los problemas y el nivel de ayuda requerida por el alumno.

3.- Portafolio. Con un peso del 20% se valora la exposición del proyecto y la memoria final del conjunto documental que muestra el trabajo realizado durante el curso.

#### 4.3. - Resultados.

A día de hoy, una vez superados los cinco primeros años de puesta en marcha de este proyecto, estamos plenamente satisfechos con los resultados obtenidos. A la estupenda acogida mostrada desde el principio por parte del alumnado y los excelentes rendimientos alcanzados, se suma un manifiesto reconocimiento en el ámbito docente por parte de la Escuela. El grado de exigencia de esta asignatura para el profesorado también es muy alto. No sólo requiere la supervisión permanente y personalizada de cada alumno, sino que, para obtener rendimientos elevados, demanda un equipo docente que posea múltiples habilidades sociales. Entre otras muchas, quizás las más destacadas sean accesibilidad, flexibilidad, disponibilidad, paciencia, motivación y empatía. Puesto que la interacción profesor-alumno es el cimiento principal de la asignatura, es evidente que el profesor se encuentra mucho más expuesto. Los estudiantes someten al educador a una evaluación continua en cada sesión, midiendo permanentemente su capacidad de orientar, coordinar, mediar y planificar. Y, aunque para nosotros, desde el punto de vista docente, supone un esfuerzo extraordinario plantear y desarrollar una asignatura de este modo, se ve recompensada sobradamente con el reconocimiento de los estudiantes, que año tras año nos motivan a seguir en el empeño.

### **5.- Aplicaciones Electrónicas en la Ingeniería Mecánica en el Grado de Ingeniería Mecánica**

La asignatura Aplicaciones Electrónicas en la Ingeniería Mecánica es optativa del Grado de Ingeniería Mecánica, titulación donde no se imparten otras asignaturas de la especialidad. Se imparte en el cuarto curso, segundo semestre. Tiene asignados 4,5 ECTS entre teoría y prácticas de laboratorio. Cuenta con un número reducido de alumnos (aproximadamente 20) con lo que la aplicación de la enseñanza PBL es perfectamente viable porque se tiende a dar esta asignatura con un enfoque muy práctico para que un ingeniero mecánico tenga los conocimientos necesarios para el control y medida electrónico de un sistema mecánico.

La docencia comienza con dos unidades didácticas destinadas impartir conocimientos básicos de electrónica digital y de potencia, tras este periodo, se proponen a los alumnos la realización de proyectos basados en el microcontrolador ATMEGA 328P bajo la plataforma

Arduino por ser una herramienta de aprendizaje fácil y rápido para un alumno proveniente de estudios diferentes a la electrónica. Primero se realiza un proyecto sencillo que sirva para introducirse en la programación de esta plataforma y posteriormente se realizan un segundo proyecto que es una aplicación de mayor complejidad. Los proyectos los eligen los alumnos entre una oferta que presenta el profesor y se les asignan los proyectos considerando sus preferencias.

#### 5.1.- Metodología.

El objetivo de este método docente es propiciar el autoaprendizaje y el trabajo en equipo. Para ello el profesor imparte solo dos sesiones de teoría, lo justo para iniciar a los alumnos en el hardware y software de la plataforma Arduino, el resto de las sesiones de clase se dedican a la preparación de los proyectos. Los alumnos trabajan los dos proyectos de forma autónoma, pudiendo ampliar cada proyecto lo que consideren necesario. Se trabaja en grupos de dos alumnos, y para la realización de estos proyectos pueden consultar internet y solicitar ayuda de los compañeros. Los proyectos se montan en clase y cada grupo debe aportar un informe escrito, un video y presentar su proyecto al resto de compañeros. Aunque la mayor parte del trabajo se realizará en el propio laboratorio, se necesitará para concluirlo trabajar fuera del mismo.

#### 5.2.- Evaluación.

En la asignatura se trabajan y evalúan las siguientes competencias transversales: CT1. Comprensión e integración, CT5. Diseño y proyecto y CT6. Trabajo en equipo y liderazgo. Para poder evaluarlas se sigue la siguiente metodología:

- Cada grupo es evaluado por los otros grupos y por el profesor.
- Cada grupo tiene 10 puntos a distribuirse entre los dos alumnos que lo forman. Al final de cada proyecto deberán indicar al profesor cómo se distribuyen entre ellos los puntos. Afectará en 1 punto en la nota final del proyecto.
- Cada alumno evaluará al resto de compañeros en aspectos como son: compañerismo, liderazgo, capacidad de trabajo en equipo, etc.

#### 5.3.- Resultados

La asignatura se imparte desde el curso 2014/15. Es una asignatura con gran demanda y a su vez muy apreciada por los alumnos que la consideran muy útil

La encuestas realizadas por la UPV confirman esta valoración, en concreto a la pregunta “La metodología empleada y las actividades realizadas en la asignatura ayudan a aprender al alumno” en la encuestas es: curso 14/15 valoración media 9,04; curso 15/16 valoración media 8,89 y curso 16/17 valoración media 8,75.

## **6.- Sistemas Electrónicos para Energías Renovables en el grado de Ingeniería Eléctrica.**

Esta asignatura, todavía no utiliza la técnica de aprendizaje basada en proyectos, no obstante, los autores proponemos que se realice el cambio metodológico por diversas razones:

- Se trata de una asignatura optativa de último curso segundo semestre, con 4,5 créditos, por lo que el número de alumnos no es muy alto y se trata de alumnos altamente motivados.
- Los contenidos de la asignatura, fundamentalmente basados en energía solar y eólica, admiten la realización sencilla de maquetas y prototipos que permitan la experimentación con sistemas y algoritmos de control electrónicos.
- La ETSID dispone de una instalación de energía solar fotovoltaica en la terraza del edificio, permitiendo plantear situaciones reales propicias al desarrollo de proyectos.

En cuanto a la metodología y evaluación, deberán ser fijadas por el equipo docente encargado de llevar a término esta propuesta, sabiendo de antemano, el sobreesfuerzo docente que supone el cambio metodológico, pero también la satisfacción que aporta ver a los alumnos motivados y entusiasmados con sus proyectos.

## **7. Conclusiones**

Al comienzo de cada asignatura hacemos a los alumnos partícipes y protagonistas de la gran aventura que es cursar estas asignaturas en forma de aprendizaje basado en proyectos. Esta metodología hace que el docente ocupe un rol diferente, de “profesor tutor”, muy distante al de “profesor instructor” propio de la enseñanza tradicional. Por tanto, ahora pasamos a ser guías en el proceso de aprendizaje. Así, dotamos la asignatura de vida propia, la materia es dinámica. Cada año académico es impredecible, peculiar y diferente. Es decir, sabemos cómo vamos a empezar pero no cómo vamos a concluir y el camino a recorrer no está escrito, lo escribimos juntos. Para realizar este largo camino no solo debemos profundizar en los conocimientos que determinan las competencias específicas de cada asignatura sino que también hemos de trabajar en competencias que extralimitan el contenido técnico y que abarca ciertas cualidades humanas y por ello se denominan competencias transversales. A lo largo de esta ponencia se han expuesto diversos modelos de puesta en práctica de la técnica de aprendizaje basado en proyectos y así también trabajar en las competencias transversales que trabajan o son punto de control de cada asignatura. Todos los modelos se han aplicado a cuatro asignaturas de electrónica en las enseñanzas de grado en la ETSID de la UPV donde se ha especificado sus características y resultados obtenidos.

## Referencias

- Alba Fernández J., Torregrosa C., Del Rey R. *Aprendizaje basado en proyectos: Primera experiencia en la asignatura de Física del Grado en Ingeniería de Telecomunicación, Sonido e Imagen*. Congreso In-Red 2015 – Valencia
- Arias-Pérez-de-Azpeitia, M., Fernández-Linera, F., González-Lamar, D., Hernando, M., Rodríguez, A., *Influencia del aprendizaje basado en proyectos en asignaturas de diseño de sistemas basados en microcontrolador*. TAEE, 2010.
- Calvo I., López-Guede J.M., Zulueta E. *Aplicando la metodología Project Based Learning en la docencia de Ingeniería Técnica en Informática de Gestión*. Revista de Formación e Innovación Educativa Universitaria. Vol. 3, Nº 4, 166-181 (2010)
- Fernández Pena M., Gracia Conesa D., Hassan H., Ballester E., *Multidisciplinary and international projects*, EAEEIE Annual Conference 2009, pp. 1-4, 2009.
- Gil-Sánchez L., Masot R., Alcañiz M., *Teaching Electronics to Aeronautical Engineering Students by Developing Projects*, IEEE Revista Iberoamericana de Tecnologías del Aprendizaje, vol. 10, pp. 282-289, 2015, ISSN 1932-8540.
- González M. R., Fuster G., *Innovación docente a la luz de Bolonia: trabajo en equipo y revisiones cruzadas para convertir al alumno en protagonista de su proceso de aprendizaje*. Teoría de la Educación. Educación y Cultura en la Sociedad de la Información 2008, 9.
- Ibáñez Civera J., Laguarda-Miró N., Gil Sánchez L., Conesa Domínguez C., Montes Robles R., García-Breijo E. (2017). *Assessing competences: innovation, creativity and entrepreneurship. The case of the competition car*. INTED2017 Proceedings, pp. 2905-2910.
- Masot, R., Alcañiz M. Gil L. *Descubriendo la Electrónica a los Ingenieros Aeroespaciales*, TAEE-2014, Bilbao.
- Sancho J., Arrugaeta J. J., Ramos J. A., Puelles E., Rico T. *¿Cómo afecta la introducción de las metodologías del Aprendizaje Cooperativo y del Aprendizaje Basado en Proyectos en la opinión de los/las estudiantes sobre su profesorado?* CUIEET-2013, Valencia
- Zhang Z., Thorp Hansen C., Andersen M, *Teaching Power Electronics with a Design-Oriented Project-Based Learning Method at the Technical University of Denmark*, IEEE Transactions on Education, vol. 59, pp. 32-38, 2016.



## DIBUJO ASISTIDO POR ORDENADOR, SÍ, PERO CON CONOCIMIENTO DE GEOMETRÍA.

López-Lineros, M., Mateo-Carballo, F., Llorente-Geniz, J., Gámez-González, J.

Dpto. Ingeniería del Diseño. Universidad de Sevilla. C/ Virgen de África, 7. 41011 Sevilla (Spain)

Contactos: [mlopezlineros@us.es](mailto:mlopezlineros@us.es); [fmateoc@us.es](mailto:fmateoc@us.es); [jllorente@us.es](mailto:jllorente@us.es); [jgamez@us.es](mailto:jgamez@us.es).

---

### *Abstract Times New Roman 11*

*Engineering students face in their training process challenges, such as the visualization of 3D objects defined by orthogonal projections. In the subject Graphic Product Engineering, imparted in the first course of the Grade in Industrial Design & Product Development Engineering, part of the lectures is to explain the intersections between solids, and adapters, explanations based on theoretical methods and reinforced with 3D software. There are numerous computer programs that obtain these solutions in a simple and automatic way, however, the immediacy of their results does not allow the lecturer to illustrate the fundamentals of the calculation, hence it does not favor the reflection of the reason of that solution in the student, ending in a host of gaps detected in higher courses and Final Degree Projects, where they present directly the 3D software solution, without knowing the mistake on doing it. With this work we have developed a method that is based on a 3D tool, determining and representing the solutions, not immediately, but applying geometric principles and traced in 3D, so as to reflect on what the software can not be done without the theoretical knowledge.*

**Keywords:** *Intersections, new learning method, technical education, visualization, surfaces*

---

### **Resumen**

*Los estudiantes de ingeniería se enfrentan en su proceso de formación con retos, como el de visualización de objetos 3D definidos por sus proyecciones ortogonales. En la asignatura de Ingeniería Gráfica del Producto, impartida en el primer curso del Grado en Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo del Producto parte de la docencia es explicar los distintos métodos de inter-*

*sección entre superficies, y adaptadores, clases basadas en métodos teóricos y reforzada con software 3D. Existen numerosos programas informáticos que obtienen de forma sencilla y automática estas soluciones, sin embargo, la inmediatez de sus resultados no permite al docente ilustrar los fundamentos del cálculo de las soluciones obtenidas, o lo que es peor la solución dada no es la correcta, generando con ello un cúmulo de lagunas que terminan detectándose en cursos superiores y Trabajos Fin de Grado, donde presentan directamente la solución obtenida mediante el software 3D, sin detectar el error que hay en ello. Con este trabajo se ha desarrollado un método que se basa en aplicar una herramienta 3D, determinando y representando las soluciones, de manera no inmediata, aplicando los principios geométricos y trazados correspondientes en 3D, de manera que permita reflexionar sobre lo que el software no puede realizar sin los conocimientos teóricos.*

**Palabras clave:** *Intersecciones, nuevo método de aprendizaje, enseñanza técnica, visualización, superficies.*

## **Introducción**

En la Escuela Politécnica Superior (en adelante EPS) de la Universidad de Sevilla, en el Dpto de Ingeniería del Diseño, hay asignaturas que se imparten en el primer año de grado, teniendo alumnado que en sus cursos de preparación para la Universidad nunca han cursado materias de dibujo técnico o geometría descriptiva, con lo cual este primer año, existen asignaturas del Dpto. que les resultan especialmente retadoras, pues han de lidiar con la visión espacial, ser capaces mentalmente de pasar de 2D a 3D, rotar en sus mentes las proyecciones dadas en 2D y visualizar las distintas vistas de las piezas. De esta manera la visualización espacial del sistema diédrico es una dificultad añadida a la complejidad de las asignaturas donde han de entender y comprender esta proyección 2D para poder trabajar el producto 3D.

En los últimos años en la EPS se han ido probando nuevos métodos de enseñanza para poder paliar las dificultades que los nuevos planes de estudio (reducción drástica en horas docentes, implantación de los cursos académicos de quince semanas y reducción de las asignaturas anuales a cuatrimestrales) y la falta de formación previa del alumno añaden a la comprensión de asignaturas relacionadas con las habilidades de la visión espacial a partir de sus proyecciones ortogonales.

En 2014 se puso en práctica en la EPS un nuevo método docente en la que se hacía uso del espacio virtual tridimensional de la herramienta Solidworks® como medio complementario en la docencia tradicional mediante proyector y trazado en pizarra en la asignatura de Expresión Gráfica en la Ingeniería (EG) (Aguilar et al., 2014) (De las Heras et al., 2014).

Con esta experiencia se verificó, que el cambio del método expositivo combinado con la utilización de la herramienta Solidworks® en las clases de la asignatura de EG supone un avance global, en el que los diferentes actores implicados en la experiencia (docentes y alumnos) proyectan positivamente el progreso en comprensión-asimilación-claridad de los contenidos de la asignatura. El docente adquiere nuevos recursos y materiales que facilitan la exposición de los contenidos reforzando la tridimensionalidad de los problemas propuestos, y el alumno recibe la claridad y el apoyo necesario para la visualización y traducción de los trazados en 2D en su situación real en espacio tridimensional.

Tras esta positiva experiencia y con los avances de la tecnología, en el curso académico 2015/2016 (López-Lineros, et al., 2016) siguiendo con el objetivo de alcanzar una mejora de la visualización espacial del alumno en un periodo de tiempo reducido y ajustado a los nuevos planes de estudio, se utilizó una nueva herramienta en las clases de de EG y Dibujo Industrial, la Realidad Aumentada (RA), que a diferencia del método anterior donde es el profesor el único que posee y maneja el modelo en estudio y donde el alumno sólo tiene acceso al mismo en la clase expositiva correspondiente, con este nuevo sistema, el alumno no necesita conocer un nuevo software ni perderse en su manejo, éste lo tiene siempre a su disposición y es el mismo alumno el que rota y maneja el modelo según sus necesidades.

En esta ocasión, con este trabajo y dado el contexto tecnológico y social en el que vivimos, y la controversia generada en los últimos años sobre la enseñanza de Geometría Descriptiva y la enseñanza de comandos de programas CAD (INGEGRAF, 2014), se ha hecho especial énfasis, en la necesidad y concordancia de esta tecnología con los conocimientos teóricos clásicos, como es el estudio de Diédrico, en asignaturas tales como Geometría Descriptiva o Expresión Gráfica, que en algunas ocasiones, y como se ha demostrado en los nuevos planes de estudio, se intenta desplazar por horas de prácticas con software de *Dibujo Asistido por Ordenador* (DAO), los cuales, coincidimos en la necesidad de su conocimiento y manejo, pero no sin la comprensión previa de la Geometría Descriptiva necesaria en el campo de la ingeniería, para con ello evitar diseños y soluciones incorrectas o no viables. Es por ello que dentro de los objetivos docentes consideramos prioritarios vincular los conocimientos de Geometría Descriptiva con su aplicación en el mundo real de la ingeniería, pues entendemos que la evolución en herramientas digitales de control del espacio no significa olvidarse de los fundamentos geométricos, que nos permite distinguirnos y manejarnos dentro de cualquier tipo de razonamiento de cierta complejidad con los que manejarse (Martin-Pastor, 2015)

## **Metodología**

La metodología a seguir en todos los casos ha sido aplicación de los conocimientos teóricos para la resolución de los problemas con técnicas 3D, haciendo la comparativa con lo que erróneamente devuelve el programa si no aplicásemos dichos conocimientos.

### 1.1. Resolución de intersecciones con técnicas 3D

Al representar sólidos o superficies con Solidworks® que intersecan, obtenemos directamente la curva de intersección. Esto es debido a que cuando estamos generando los sólidos, éstos se van fusionando directamente, obteniendo directamente la curva de intersección y el tipo de intersección generado. Pero nuestro estudio se basa en aplicar una herramienta 3D, determinar y representar el tipo de intersección sin que los sólidos estén fusionados, es decir, estando representados de forma independiente, y sobre todo aplicar los principios geométricos y trazados correspondientes en 3D permitiéndonos reflexionar sobre lo que la herramienta no puede realizar sin nosotros saber de esos conocimientos geométricos.

De una forma simple, podemos definir la curva de intersección como la línea de puntos que las generatrices, aristas y caras de una superficie producen al intersecar con otra. La obtención de estos puntos requiere un método para su obtención, dependiendo de dos factores fundamentales:

- Tipos de superficies que intersecan
- Posición de las superficies

Para no convertir este trabajo en unos apuntes de clase y mostrar de manera más amena el trabajo realizado, vamos a obviar la explicación teórica, abordándose directamente el ejercicio práctico realizado en clase para explicar la teoría de intersección mediante el método general, en el que la intersección se resuelve mediante planos auxiliares.

En la Figura 1 mostramos el enunciado para resolver mediante útiles tradicionales de dibujo, tomado de una de las clases prácticas de la asignatura *Ingeniería Gráfica del Producto*. En este mismo enunciado es donde los estudiantes deben resolver el ejercicio mediante el empleo de planos auxiliares para determinar no solo la intersección, sino también el tipo de intersección (según los planos límites obtenidos) y la visibilidad según el estudio puntos de la curva de intersección según los contornos aparentes de las superficies. El trazado en las vistas principales, mediante útiles tradicionales de dibujo, conlleva además de una secuen-

ciación en los trazados, repetitiva por la nube de puntos a obtener, un método y una precisión que a veces da lugar a errores gráficos. Pero ¿Sería capaz un estudiante de realizar con el software 3D, en nuestro caso con Solidworks®, todo el procedimiento necesario para trazar la curva de intersección como si en 2D lo estuviera trazando?

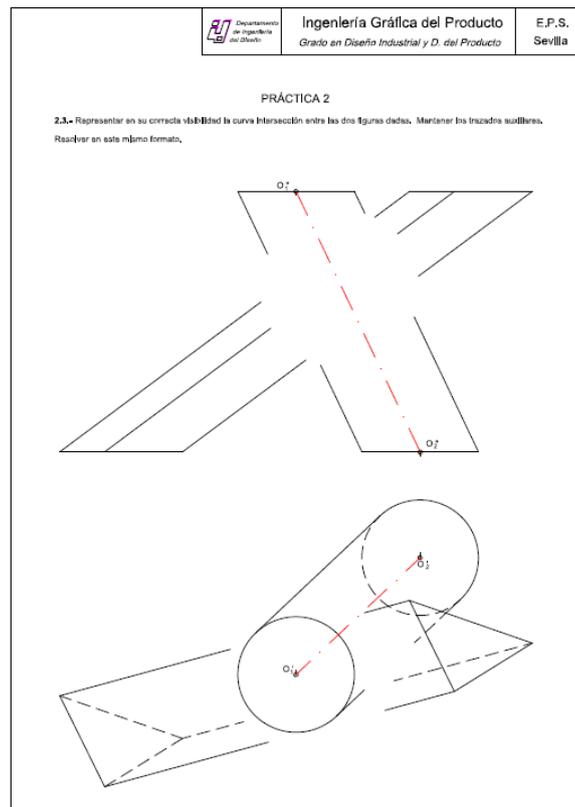


Figura 1: Enunciado ejercicio intersección entre superficies

Con el programa Solidworks® el estudiante puede obtener de forma inmediata la intersección de estas dos superficies. Bastaría con modelar las superficies y el programa que realice la correspondiente operación booleana, y además la realiza, de forma automática e inmediata, donde la reflexión gráfica y geométrica pasaría completamente desapercibida.

Pretendemos con esta metodología pasar del dibujo y trazado convencional en proyecciones principales al dibujo y trazado en 3D con un software de Dibujo Asistido por Ordenador.

Ponemos de manifiesto dos aspectos fundamentales. El primero que pasamos de obtener la curva de forma directa y automática por la ejecución gráfica en el espacio, sustituyendo el empleo de útiles de dibujo 2D por el trazado 3D con la herramienta CAD; y en segundo lugar, somos nosotros los que reflexionamos gráfica y geoméricamente en el desarrollo de la intersección que se nos plantea. Reconociendo que esa reflexión no la pueden realizar los ordenadores, sino que nos sirve a nosotros mismos como el procedimiento más adecuado para la ordenación y formación de nuestra mente en la visión y comprensión del espacio y de la forma (Baldrich,1997).

Por consiguiente, nuestro método de trabajo se basa en obtener la curva de intersección no por medios manuales con útiles tradicionales de dibujo, sino por medio de un software gráfico que nos ayude a interpretar, visualizar, resolver y representar en 3D lo que difícilmente podemos ver en proyecciones diédricas como resultado de un conjunto de operaciones por trazado gráfico. No solo consistiría en modelar un cilindro y un prisma en 3D que intersectan y que el software hiciera todo lo demás, sino que el estudiante tendría que saber cómo trazar con el software elementos de la Geometría Descriptiva que le permitiría realizar el trazado en 3D para obtener:

- Dirección del haz de planos que determinan puntos de la intersección (planos paralelos a la arista del prisma y a la generatriz del cilindro)
- Trazado de planos límites en 3D (Planos rasantes/tangentes y/o secantes a las directrices bases situadas en el PH)
- Obtención de puntos contenidos en los planos límites límites (Generatrices y aristas contenidas en estos planos que intersecan)
- Obtención de puntos contenidos en los contornos aparentes (trazado de planos auxiliares por los contornos aparentes)
- ...

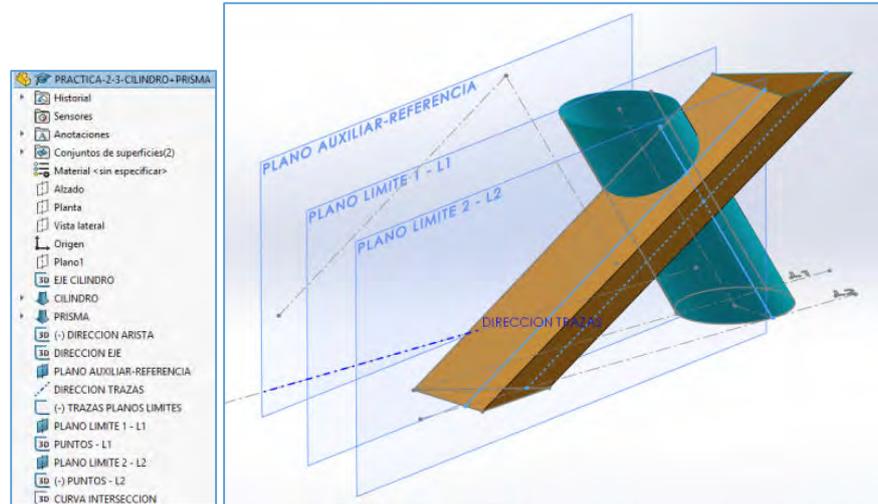


Figura 2: Método de trabajo planteado: Resolución de intersecciones entre superficies con Técnicas de CAD 3D.

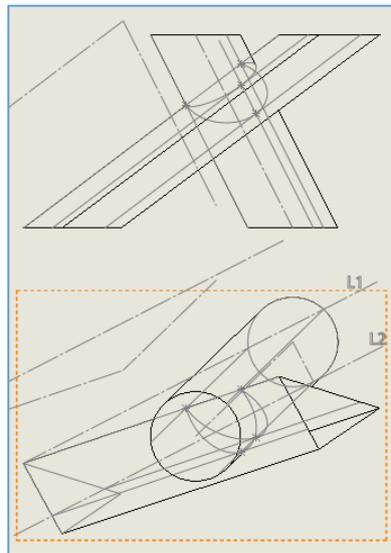
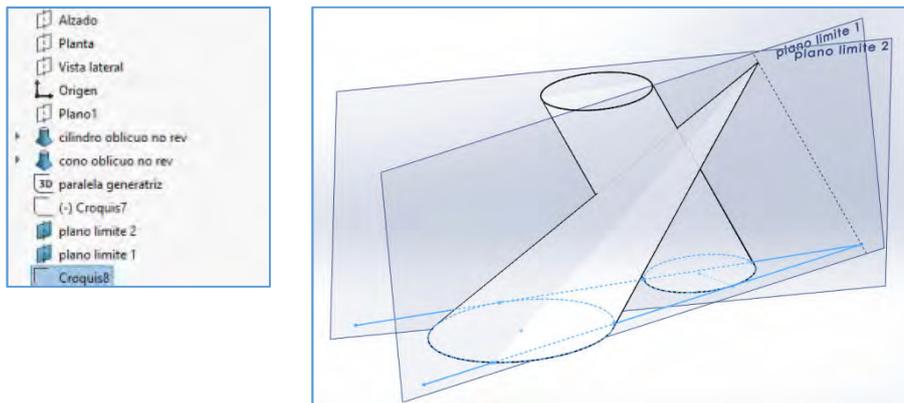


Figura 3: Volcado de pantalla. Del trazado directo en 3D a la proyección directa 2D

Este procedimiento de trazado facilita al docente su trabajo en la materia de Geometría Descriptiva y al mismo tiempo permite contribuir a la mejora integral de la docencia, aumentando la satisfacción en el proceso de enseñanza-aprendizaje combinando reducción de tiempo, agrado y atención del alumnado.

*Dibujo Asistido por Ordenador, sí, pero con conocimiento de geometría*

Adjuntamos un ejercicio resuelto por un alumno para la determinación del tipo de intersección según la obtención de los planos límites.



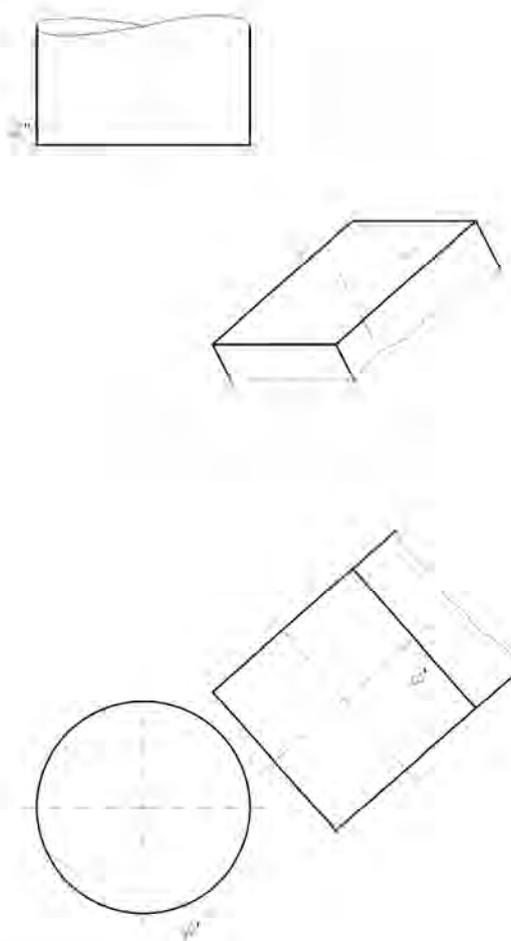
*Figura 4: Ejercicio. Obtención 3D Planos Límites. Caso de Mordedura.*

Con este método conseguimos que el estudiante reflexione en la obtención de la curva de intersección no conformándose con la solución que de forma directa le facilite el programa, caso contrario, admitiría cualquier solución por válida al carecer de todo tipo de conocimiento geométrico. Caso que manifestamos en el siguiente caso que planteamos.

## 1.2. Resolución de adaptadores mediante técnicas 3D.

El uso de superficies desarrollables tiene muchísimas aplicaciones en la industria, por lo que su estudio resulta imprescindible para los estudiantes de Ingeniería, motivo por el que en este trabajo se enfatiza la importancia de su comprensión teórica, para poder llevarla a cabo correctamente en programas de técnicas 3D, dado que este es un ejemplo perfecto en el cual, sin los conocimientos teóricos de Geometría Descriptiva, se adoptaría la solución dada directamente por el programa 3D, sin percatarnos del error que hay en ello. Un ejemplo es el cálculo de adaptadores, adaptadores para conductos de ventilación por ejemplo. En la figura 5, se muestra uno de los problemas propuestos en clase. La solución de este se ha realizado mediante útiles tradicionales de dibujo y su comparativa mediante técnicas 3D.

 <p>Departamento de Ingeniería del Diseño</p>	<p>Ingeniería Gráfica del Producto Grado en Ing. en Diseño Industrial y Des. del P.</p>	<p>Curso 2013/14</p>
--	---	----------------------

**PRÁCTICA 4**

4.3.- Dados mediante sus proyecciones de alzado y planta los conductos de ventilación:

- Sección cilíndrica y eje vertical, de boca  $\varphi$
- Sección rectangular, de boca  $\varphi$

Representar en su correcta visibilidad un adaptador entre ambos conductos, obteniendo las generatrices más representativas de la superficie y las de contorno.

El adaptador se resolverá de modo que pueda ser fabricado a partir de planchas de chapa galvanizada.

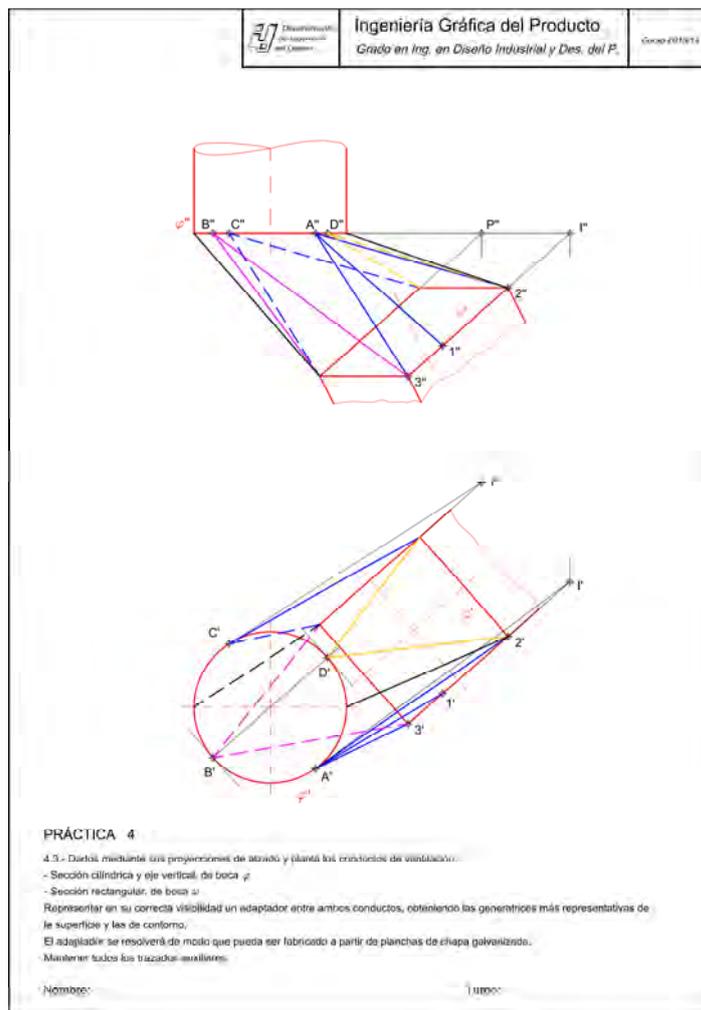
Mantener todos los trazados auxiliares.

Nombre: \_\_\_\_\_ Turno: \_\_\_\_\_

Figura 5: Enunciado ejercicio de adaptadores

*Dibujo Asistido por Ordenador, sí, pero con conocimiento de geometría*

La solución de este adaptador, para poder obtener una Superficie Reglada Desarrollable (SRD), pasa por hallar la superficie engendrada por un plano móvil que se mueve permaneciendo tangente a las dos directrices dadas, siendo esta una aplicación teórica pura de obtención de Convoluta. En cada posición del plano móvil, sus dos puntos de tangencia con las directrices determinan una generatriz de la superficie buscada. Las tangentes a las directrices en dichos puntos de tangencia son por tanto rectas coplanarias. Por consiguiente y como podemos observar en la figura 6, para poder hallar los puntos de tangencia del lado 3-2 y su paralelo, primero han de hallarse sus tangentes y las tangentes coplanarias de la circunferencia que generan las generatrices del plano móvil buscado.



*Figura 6: Solución ejercicio de adaptadores*

En la figura 7, se muestra la solución obtenida directamente por Solidworks®, la cual no es una solución válida por no ser una SRD.

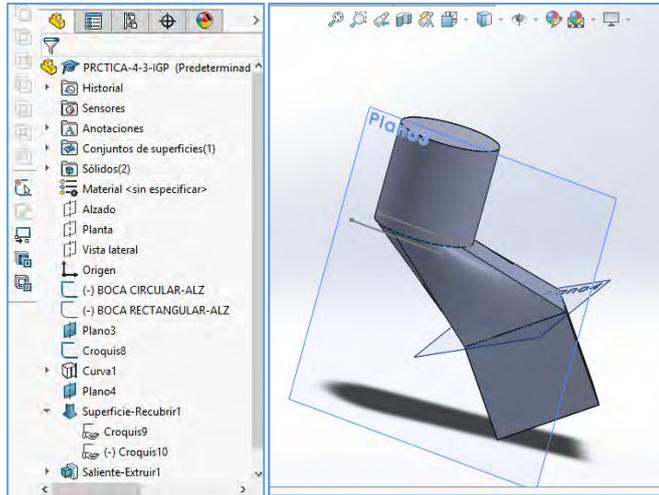


Figura 7: Solución Incorrecta del ejercicio de adaptadores con Solidworks

Para poder obtener una SRD mediante el uso de un programa CAD, los conocimientos de Geometría Descriptiva se hacen necesarios, pues hay que indicarle al software las generatrices que definirán esa superficie que queremos que se determinen mediante la aplicación, y para ello hace falta resolver el problema mediante Geometría Descriptiva, como se muestra en la figura 8.

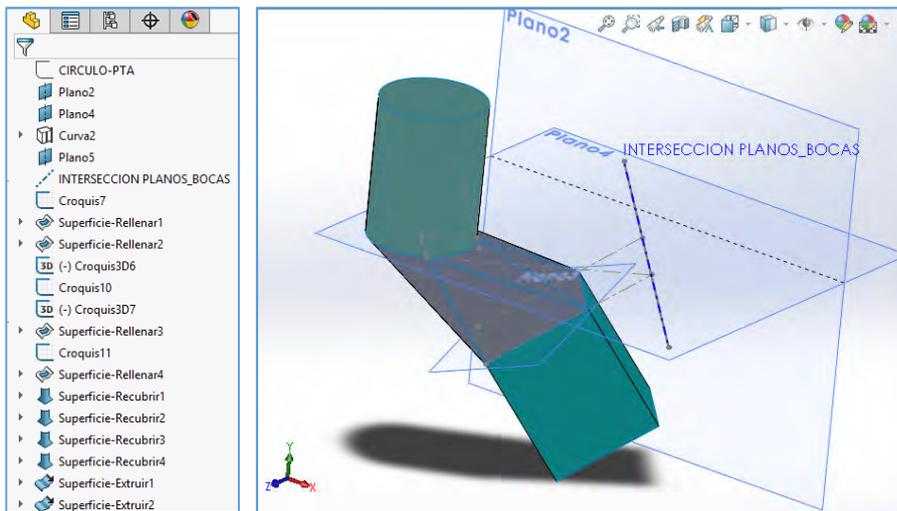


Figura 8: Solución correcta del ejercicio de adaptadores con Solidworks

## **Resultados**

Tras la aplicación de los conceptos teóricos en la aplicación del programas empleado, Solidworks®, y Autocad®, se ha encuestado a los estudiantes sobre la aceptación del método empleado a la vez que se les ha sometido a una prueba de conocimiento y comprensión. Los resultados de las encuestas muestran un 100% de aceptación y preferencia de combinar las clases de geometría con las clases de DAO (Dibujo Asistido por Ordenador), ampliando con ello la capacidad espacial del estudiante y entendiendo la necesidad de los conocimientos geométricos para la correcta utilización de los programas de DAO.

## **Conclusiones**

Dadas las dificultades que los estudiantes padecen con respecto a la visión espacial, este procedimiento para el cálculo de problemas geométricos mediante técnicas de CAD 3D ha resultado una herramienta muy didáctica y eficiente para la aplicación de conocimientos teóricos sobre ejercicios prácticos, ayudando a afrontar nuevos conocimientos aplicados mediante la visualización de modelos 3D, comprobando mediante la aplicación de cálculo geométrico cómo sin los conocimientos teóricos de la Geometría Descriptiva sería imposible llegar a soluciones válidas a nuestros problemas de ingeniería. De lo que se deriva la conclusión de que no podemos centrar la docencia en la enseñanza de una herramienta CAD, pues sin la teoría y reflexión gráfica ésta resulta poco útil. No obstante el uso de esta herramienta como complemento a los métodos tradicionales, aumenta la satisfacción en el proceso de enseñanza-aprendizaje combinando reducción de tiempo, agrado y atención de los estudiantes.

## **Referencias**

Aguilar Alejandro, María, López Lineros, Miriam, De las Heras García de Vinuesa, Ana, Gámez González, Juan.(2014) *El software de diseño 3D como recurso docente en la clase magistral de Expresión Gráfica. Caso de estudio: el Tetraedro*. Ponencia en Congreso. XXII Congreso Universitario de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas. Almadén.

De las Heras García de Vinuesa, Ana, López Lineros, Miriam, Mateo Carballo, Fernando, Gámez González, Juan.(2014) *Revisión y análisis de la innovación docente en Expresión Gráfica como Experiencia metodológica*. Ponencia en Congreso. XXII Congreso Universitario de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas. Almadén. 2

Gentil Baldrich, José M<sup>a</sup>. (1997). Sobre la Intersección de las Cuádricas de Revolución de Ejes Paralelos. Universidad de Sevilla. Escuela Técnica Superior de Arquitectura. Dpto. de Expresión Gráfica Arquitectónica. 34-35.

**López-Lineros, M., Mateo-Carballo, F., Llorente-Geniz, J., Gámez-González, J.**

López Lineros, Miriam, Sánchez Jiménez, Francisco J., Llorente Geniz, Julian, Gámez González, Juan.(2016) *Realidad Aumentada en el desarrollo de la concepción espacial en las Enseñanzas Técnicas*. Comunicación en congreso. 24 Congreso Universitario de Innovación Educativa en Enseñanzas Técnicas. Puerto Real, Cádiz.

Martín-Pastor, A.(2015) *Un retorno a los fundamentos de geometría*. Cuadernos PROARQ25. Revista de arquitectura y urbanismo do PROARQ.

Mesa redonda INGEGRAF (2014). *Aprendiendo de la experiencia*.



## **Introduciendo la infraestructura verde y los sistemas de drenaje sostenible en los estudios de grado y postgrado en ingeniería**

**Luis Á. Sañudo Fontaneda<sup>a\*</sup>, Felipe P. Álvarez Rabanal<sup>a</sup>, Mar Alonso Martínez<sup>a</sup>, Ángel Martín Rodríguez<sup>a</sup>, Zenaida A. Hernández Garrastacho<sup>a</sup> y Juan J. del Coz Díaz<sup>a</sup>**

<sup>a</sup> Escuela Politécnica de Mieres, Departamento de Construcción e Ingeniería de la Fabricación, Universidad de Oviedo, Calle Gonzalo Gutiérrez Quirós s/n, 33600 Mieres del Camino (Asturias). \*Email: sanudoluis@uniovi.es

---

### **Resumen**

*Las soluciones basadas en la naturaleza son el núcleo central de los nuevos desarrollos y estrategias de modernización urbana de la Unión Europea. El objetivo principal de esta estrategia es garantizar que la infraestructura verde se convierta en parte de la planificación espacial y el desarrollo territorial, siendo una alternativa a los sistemas constructivos convencionales. A pesar de que la sociedad exige la implementación de estos sistemas, sigue sin haber una educación integral a nivel universitario, especialmente en estudios relacionados con el urbanismo y la planificación del territorio, tales como la ingeniería civil y la arquitectura. La Universidad de Oviedo es pionera en el desarrollo de un programa docente para responder a esta brecha de conocimiento mediante la introducción de infraestructura verde y Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible (SUDS) en ingeniería civil/caminos (grado y máster) y en programas de doctorado. El objetivo principal es el desarrollo de competencias reales para diseñar, construir y mantener SUDS y, por lo tanto, crear ingenieros que sean capaces de responder al desafío que nos lanza la sociedad. En este artículo se presenta la implantación de este nuevo programa, así como los resultados y los impactos positivos derivados de esta experiencia piloto en Europa.*

**Palabras clave:** *aprendizaje cooperativo, educación interdisciplinar, soluciones basadas en la naturaleza, diseño sensible al agua.*

---

**Abstract**

*Nature-based solutions are at the centre core of new urban developments and urban retrofitting strategies from the European Union. The main aim of this strategy is to ensure that Green Infrastructure becomes part of the spatial planning and territorial development, being an alternative to conventional grey systems. Despite the fact that the society demands the implementation of these systems, it still remains a lack of a comprehensive education at University level, especially in those studies related to urbanism and land-planning such as civil engineering and architecture. The University of Oviedo has pioneered the development of a programme to respond to this knowledge gap by introducing Green Infrastructure and Sustainable Urban Drainage Systems at Civil Engineering and Master Degrees, and Doctorate Programme. The main target was the development of real competences to design, construct and maintain nature-based solutions, and thus, creating engineers who are capable of responding to this societal challenge. This new programme, consisting on the introduction of the topic at several subjects is presented in this article as well as the results and positive impacts derived from this pilot experience in Europe.*

**Keywords:** *cooperative learning, interdisciplinary education, nature-based solutions, water sensitive urban design.*

## **Introducción**

La sociedad actual se enfrenta a una amplia gama de desafíos relacionados con el incremento de uso del suelo urbano y la pérdida de capital natural que esto supone. La degradación del medio afecta a los servicios urbanos y de ecosistema, aumentando los riesgos para la salud, la seguridad y el bienestar de los ciudadanos (Baccini et al., 2011). Los sistemas urbanos están cada vez más afectados por diferentes efectos, tales como el incremento de la temperatura ambiente (efecto Isla de Calor Urbana - ICU), la disminución de la calidad del aire, o la escasez de agua (Akbaria et al., 2016).

Las soluciones basadas en la naturaleza (*Nature-Based Solutions* – NBS, en su acrónimo anglosajón) surgen ante la demanda de la sociedad de un entorno más sostenible. Estas soluciones hacen hincapié en el uso de la naturaleza para enfrentarse a los desafíos ambientales, sociales y económicos, desarrollando infraestructura verde en entornos urbanos. Ejemplos de ello son las fachadas vegetales (Ahmet et al., 2018) y, en especial, los Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible (SUDS) como pavimentos permeables, cubiertas y cunetas vegetadas, entre otros. Estos SUDS permiten replicar los servicios de ecosistema, mejorar la calidad del

aire, desarrollar una gestión sostenible del agua de lluvia mediante la reducción de la escorrentía y el tratamiento de los contaminantes presentes en ella, además de contribuir a la mejora de la calidad de vida de los residentes (Kabisch et al., 2016).

Dentro de la estrategia de la Unión Europea sobre la Biodiversidad (COM 244 final, 2011) ya se planteó en el año 2011 un plan para la mejora y restauración de ecosistemas urbanos degradados con un horizonte fijado en el año 2020. En el objetivo 2 de este documento se subrayaba la importancia de la infraestructura verde, fijando las prioridades para el fomento de su uso como herramienta para el control y gestión del agua de lluvia, así como para la regulación climática con la finalidad de mejorar la calidad del agua y de mitigar los efectos producidos por el efecto ICU. La Agencia Europea del Medio Ambiente ya ha definido el papel de la infraestructura verde como elemento articulador del sistema urbano, mostrando sus beneficios como elemento mitigador de los impactos de los peligros naturales relacionados con el clima y el cambio climático (AEMA, 2015).

Los SUDS, como elementos de la infraestructura verde para la gestión del agua, vienen siendo estudiados desde hace décadas, comenzando a implementarse mediante guías de buenas prácticas como fue el caso de los Estados Unidos de América y el Reino Unido (Jato-Espino et al., 2017), entre otros. Su impacto va más allá de la gestión sostenible de las aguas pluviales, alcanzando estrategias de desarrollo urbano y territorial, además de programas sociales para la mejora de las condiciones de vida en las ciudades (Woods Ballard et al., 2015).

En la actualidad, existe en España un consenso generalizado en los ámbitos académico, institucional y técnico acerca del importante papel que juegan los SUDS como elementos vertebradores y funcionales de la ciudad. De hecho, instituciones públicas de diversos ámbitos ya han comenzado a introducir el diseño y construcción de SUDS como elementos de buena práctica e, incluso, obligatorios como puede comprobarse en los Reales Decretos 314/2006, 903/2010, 1290/2012, 233/2013 y 1/2016. Por lo tanto, los SUDS se están convirtiendo en elementos clave para el urbanismo, siendo aplicables en diferentes ámbitos técnicos, tales como los de la ingeniería civil o la arquitectura.

Desde el Área de Ingeniería de la Construcción (IC), Departamento de Construcción e Ingeniería de Fabricación (DCIF), de la Universidad de Oviedo se detectó una reducida implementación de estas técnicas en los estudios más habitualmente ligados a las disciplinas de construcciones civiles, urbanismo y ordenación del territorio como son el grado en ingeniería civil y el máster en Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos (máster en ICCP). Es por ello que se elaboró un plan de integración de las mismas en los planes docentes oficiales con el fin de formar profesionales con amplios conocimientos que les permitieran responder a los requerimientos de la sociedad, las empresas y las instituciones. Para ello se adoptó una estrategia de implantación a diferentes niveles, que abarcaba diferentes asignaturas en distintos cursos de los estudios de grado y máster, así como su continuidad con la inclusión como línea de investigación en un programa de doctorado de futura creación en la Universidad de

Oviedo, ligado a la ingeniería civil, además de la creación de cursos de extensión a profesionales. Para ello se estudió el caso de la implantación con gran éxito de técnicas de Desarrollo de Bajo Impacto en la Universidad de Guelph (Ontario, Canadá) en diferentes cursos de Grado y Máster (Bradford et al., 2010).

El objetivo principal del trabajo que se presenta en este artículo es el de crear un programa docente innovador a diferentes niveles que permita a los alumnos adquirir a lo largo de su periplo universitario los conocimientos necesarios para desarrollar competencias reales en el diseño, construcción y mantenimiento de infraestructuras basadas en la naturaleza, creando ingenieros que sean capaces de hacer frente a la demanda social y empresarial generada.

### **Antecedentes**

#### **Implantación de los estudios de grado y postgrado en ingeniería civil en la Escuela Politécnica de Mieres, Universidad de Oviedo**

La Escuela Politécnica de Mieres (EPM), creada en el año 1855, es el resultado de la evolución histórica de diversos estudios relacionados con el ámbito de la ingeniería, especialmente con la gestión de los recursos naturales y el medio ambiente como las ingenierías de minas, forestales, geología y geomática (Sañudo-Fontaneda et al., 2017).

Dentro de su proceso de modernización y, en respuesta a las necesidades y retos de la sociedad y las empresas del Principado de Asturias, la EPM incluyó en su oferta de estudios el grado en ingeniería civil para el curso académico 2011/2012, habilitante para el ejercicio de la profesión de Ingeniero Técnico de Obras Públicas (ITOP) en España. La primera promoción finalizó sus estudios en el curso 2015/2016. La Escuela decidió aumentar las sinergias existentes entre la ingenierías de minas y civil mediante la creación del doble grado en ingeniería civil e ingeniería de los recursos mineros y energéticos, el cual se incorporó a la oferta académica de la EPM en el curso 2014/2015. Para completar el proceso de implementación de los estudios relativos al ámbito de la ingeniería civil en la Universidad de Oviedo, la EPM instauró el título académico de máximo nivel en ingeniería civil en España mediante el máster en ICCP en el curso 2016/2017. Estos estudios habilitan a la profesión de Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos (ICCP) en España. Durante el presente curso 2017/2018, las primeras promociones del doble grado y del máster terminarán sus estudios, habiéndose completado el proceso de inclusión de los estudios de ingeniería civil en la Universidad de Oviedo. La EPM se encuentra, además, en el proceso de desarrollo de un programa de doctorado en ingeniería de los recursos naturales, que permitirá a los estudiantes continuar su desarrollo académico hasta su máxima cota con el doctorado.

#### **Contextualización del Área de Ingeniería de la Construcción, Universidad de Oviedo**

El Área de IC en España ha sido, históricamente, un Área donde se han desarrollado tanto docencia como investigación aplicada a la industria en amplias y muy diversas áreas de conocimiento relacionadas con la ingeniería y la arquitectura, sin olvidar su influencia en la

historia, como Área aglomeradora de conocimiento. El Área de IC en la Universidad de Oviedo tuvo su origen en la Escuela Politécnica de Ingeniería de Gijón (EPI) en los años 80 del pasado siglo y, desde entonces, se ha convertido en un Área dinámica que ha servido como catalizadora de multitud de temáticas investigadoras y de apoyo a numerosas titulaciones de nueva creación, como fue el caso de las titulaciones que se imparten actualmente en la EPM. El Área de IC en la Universidad de Oviedo representa el patrón multidisciplinar y de transferencia del conocimiento al tejido empresarial de esta Área en España y el mundo. Esta Área imparte docencia en todos los grados de la EPM y en su máster en ICCP, además de en grados y másteres de la EPI relacionados con la ingeniería industrial.

La docencia que esta Área imparte en los títulos relacionados con la ingeniería civil en la EPM va desde el urbanismo y la ordenación del territorio, a la ingeniería de carreteras y puentes, pasando por los servicios urbanos, la edificación, prefabricados y procedimientos constructivos, entre otras. Por tanto, esta Área es ideal para la implantación de un programa docente innovador y multidisciplinar en SUDS que involucre a otras Áreas de Conocimiento, con el objetivo de crear ingenieros que respondan a los nuevos retos y necesidades de nuestra sociedad y de su industria.

## **Metodología**

### **Esquema de desarrollo del programa docente**

El programa docente desarrollado por el Área de IC consiste en el desarrollo de la temática de infraestructura verde y SUDS en 4 asignaturas de grado (Tabla 1) y 3 de máster (Tabla 2), desarrollando importantes sinergias con otras Áreas del Conocimiento. Con el objetivo de completar los estudios de grado y postgrado, se creó recientemente el curso de extensión titulado ‘Curso internacional en infraestructura verde y SUDS: Presente y futuro de la gestión del agua urbana’ en el que participa profesorado del Área de IC, de otras Áreas de la Universidad de Oviedo y de otras universidades españolas, americanas y británicas, suponiendo un atractivo para los profesionales de la empresa y la administración pública. Dicho curso va destinado también a profesionales, sirviendo de enlace con la realidad profesional y empresarial, y como transferencia de conocimiento a la sociedad.

Finalmente, el doctorado en ingeniería de los recursos naturales, de próxima implantación, completa la estrategia dentro de los estudios de postgrado. En él se marca como objetivo fundamental el desarrollo de tesis doctorales destinadas a resolver problemas reales de empresas y administraciones públicas. En la actualidad, miembros del programa codirigen tesis doctorales en Universidades del Reino Unido dentro de esta temática, dotando de un cariz internacional al programa docente.

**Tabla 1. Temática del programa desarrollada en las siguientes asignaturas del grado en ingeniería civil y el doble grado**

Asignatura / Curso	Objetivos	Temática del Programa	Áreas de Conocimiento
Servicios Urbanos y Medioambientales (3 <sup>er</sup> Curso)	Dar una capacitación a los alumnos en la construcción de una obra pública en ámbitos urbanos, tales como el sistema viario, electricidad e iluminación, redes de abastecimiento y saneamiento, así como de la gestión y tratamiento de residuos sólidos.	Toma de contacto con los SUDS y sus diferentes tipologías. Se aporta una visión global de los problemas asociados a la gestión del agua de lluvia en las ciudades y se proponen los SUDS como elementos necesarios para el control, la gestión y la recuperación de sus funciones hidrológicas.	IC, Tecnologías del Medio Ambiente y Explotación de Minas
Caminos (3 <sup>er</sup> Curso)	Desarrollo de la capacidad para el diseño, la construcción y conservación de carreteras, así como para el dimensionamiento, el proyecto y los elementos que componen las dotaciones viarias básicas.	Se abordan los firmes permeables, cunetas vegetadas y los drenes filtrantes (drenes franceses), aportando las últimas investigaciones realizadas en dichas técnicas SUDS para carreteras.	IC, Ingeniería e Infraestructura de los Transportes y Expresión Gráfica en la Ingeniería
Edificación (4 <sup>o</sup> Curso)	Capacitar al alumno en el ámbito del proyecto y construcción de las obras de edificación, y en la que algunos de los resultados de aprendizaje buscados son el de adquirir los conocimientos relativos al diseño y ejecución de fachadas y cubiertas aplicando principios de la Bioconstrucción.	Se realiza una descripción del problema de la Isla de Calor que se genera en las ciudades y se proponen soluciones basadas en infraestructura verde y SUDS, tales como las cubiertas y las fachadas vegetales, con el objetivo de minimizar su impacto.	IC
Trabajo Fin de Grado (TFG) (4 <sup>o</sup> Curso)	El objetivo de la asignatura TFG consiste en verificar si el alumno ha adquirido las competencias generales y específicas de la titulación de forma integrada.	En este punto se introducen aspectos de relevancia internacional para que el alumno se familiarice con la forma de trabajar de otros países y culturas. Se proponen diversas temáticas sobre Infraestructura Verde y SUDS en ambos Grados y que cubren ambas menciones en el Grado de Ingeniería Civil por la componente constructiva e hidráulica.	—

**Tabla 2. Temática del Programa desarrollada en las siguientes asignaturas del máster en ICCP**

Asignatura / Curso	Objetivos	Temática del Programa	Áreas de Conocimiento
Cartografía Digital, Urbanismo y Ordenación del Territorio (1 <sup>er</sup> Curso)	Aprendizaje de herramientas SIG y herramientas de ordenación y usos del suelo para la planificación territorial y urbana. La competencia específica que se desarrolla en estas asignatura consiste en la obtención de la capacidad para analizar y diagnosticar los condicionantes sociales, culturales, ambientales y económicos de un territorio, así como para realizar proyectos de ordenación territorial y planeamiento urbanístico.	La temática SUDS se introduce mediante el desarrollo de las filosofías de Diseño Urbano Sensible al Agua (Water Sensitive Urban Design – WSUD, en sus siglas en inglés) y el Desarrollo de Bajo Impacto (LID) y su impacto en la planificación y ordenación urbana.	Ingeniería Cartográfica, Geodésica y Fotogrametría, e IC
Estructuras y Edificaciones de Obra Civil (1 <sup>er</sup> Curso)	Desarrollo del conocimiento de todo tipo de estructuras y sus materiales, y capacidad para diseñar, proyectar, ejecutar y mantener las estructuras y edificaciones de obra civil, centrada fundamentalmente en infraestructura verde.	Se estudian todas las técnicas SUDS en mayor detalle que en el Grado y se realiza un trabajo práctico grupal sobre un proyecto real. Dentro de esta asignatura se desarrolla el <i>Premio a la Innovación en SUDS</i> de la Universidad de Oviedo, el cual lleva realizadas 2 ediciones. Presenta el mayor enlace con la vida profesional mediante los tribunales externos compuestos por profesionales en SUDS.	IC
Trabajo Fin de Máster (TFM) (2 <sup>o</sup> Curso)	Verificar si el alumno ha adquirido las competencias generales y específicas de la profesión de Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos de forma integrada.	Se proponen diversas temáticas con un mayor grado de complejidad y detalle que aquellas propuestas para los TFG de los Grados.	—

### Formación y herramientas de estudio proporcionadas al estudiante

La formación recibida por los alumnos en SUDS durante los dos cursos desde el inicio de la implantación de este programa docente (cursos 2016-2017 y 2017/2018) es la siguiente:

- Docencia teórico-práctica en las asignaturas descritas en las tablas 1 y 2.
- Conferencias impartidas en la temática, destacando:
  - Conferencias de Aula Abierta de la Universidad de Oviedo, organizadas a

través del Vicerrectorado de Extensión Universitaria y Proyección Internacional. Los conferenciantes son ponentes de impacto internacional que aportan el conocimiento de las últimas técnicas SUDS en el mundo y las nuevas tendencias de desarrollo.

- Conferencia profesional. Ponencias impartidas por expertos profesionales en SUDS, procedentes de empresas y administraciones nacionales e internacionales. Los expertos van asociados a las distintas competencias a desarrollar en cada asignatura y al nivel de especialización requerido en función de los estudios (grado o postgrado).

Se han utilizado distintas herramientas docentes en todo el programa con el objetivo de dotar al estudiante de elementos de autoaprendizaje y comunicación, destacando las siguientes (Sañudo-Fontaneda et al., 2017):

- Formación/Autoaprendizaje: Moodle (campus virtual de las asignaturas), software de diseño y cálculo (AutoCAD Civil 3D, ISTRAM, Microsoft Excel y EPA SWMM 5.1, entre otros), ResearchGate y Scopus (documentos científicos), YouTube (vídeos demostrativos sobre la filosofía y la construcción de los SUDS).
- Disseminación/Comunicación: LinkedIn (red profesional), Red española de profesionales de los Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible (RedSUDS 2017), CUIEET 2017 (presentación de los primeros resultados), UK SUDSnet Conference 2018 (presentación del impacto de la temática SUDS en estudios de ingeniería), y prensa local (El periódico La Nueva España en Asturias ha cubierto parte del desarrollo de los trabajos de este programa docente).

## **Resultados**

### **Resultados académicos**

Se produce un aumento de las peticiones de realización de TFG y TFM, destacando las siguientes temáticas relacionadas con las asignaturas mencionadas en las tablas 1 y 2:

- Firmes permeables. Estudio de las ventajas y limitaciones de los ensayos normalizados españoles, europeos y americanos para el cálculo de la permeabilidad en firmes permeables e influencia de la pendiente.
- Cunetas y cubiertas vegetadas actuando en combinación. Estudio de campo sobre el funcionamiento hidrológico de un tren de tratamiento SUDS formado por una cuneta y una cubierta vegetada en el Reino Unido. Se hace una comparativa de resultados con aquellos obtenidos en los Estados Unidos de América, fomentando la capacidad del estudiante de captar y entender el impacto real de su trabajo, no solamente desde una perspectiva académica, sino práctica y cercana a la empresa.
- Rehabilitación hidrológica y urbanística mediante SUDS. Propuesta y diseño de rehabilitación de zonas urbanas para mejorar la calidad de vida de las mismas

mediante la implementación de Infraestructuras Verde y técnicas SUDS. Se utilizan casos reales de Ayuntamientos en Asturias, España y Europa y se analizan las condiciones pre-existentes y posteriores a los procesos de urbanización y de posterior rehabilitación, aprendiendo a identificar los impactos producidos por las propuestas de soluciones basadas en la naturaleza.

- Automatización de cálculos hidrológicos e hidráulicos para el diseño de SUDS. En este trabajo se propone la automatización de todos los procesos y cálculos conducentes al diseño de SUDS mediante el uso de la Instrucción de Carreteras 5.2. Drenaje Superficial, teniendo un claro objetivo de optimización de recursos.
- Desarrollo de metodologías que combinan los Sistemas de Información Geográfica (SIG) con los programas de diseño de drenaje urbano como el U.S. EPA SWMM. Este TFG propone una nueva metodología basada en la adquisición de datos y el uso de programas libres mediante la cual se puedan analizar las cuencas urbanas de drenaje y el impacto de la implementación de SUDS en la gestión sostenible de las aguas pluviales. Representa una aplicación de interés para el mundo empresarial.
- Análisis del impacto hidrológico y térmico del uso de la arcilla expandida como posible material para ser usado en la estructura de un SUDS. TFM en el área de investigación aplicada donde se estudia la incorporación de nuevos materiales a la estructura de SUDS como firmes permeables, drenes filtrantes de autopista, cunetas y cubiertas vegetadas.
- Diseño, construcción y aplicación de SUDS en recintos deportivos. Esta temática innovadora es pionera en la aplicación de SUDS, siguiendo las últimas tendencias internacionales e intereses empresariales. El TFM desarrolla la aplicación de técnicas SUDS para la gestión sostenible de las aguas pluviales en estadios de fútbol, investigando la potencial reutilización del agua de lluvia para el riego del césped, entre otras opciones.

**Tabla 3. Competencias desarrolladas en cada asignatura con la ayuda del programa**

Asignatura	Título	Competencias generales (CG)	Competencias Específicas (CE)
Servicios Urbanos y Medioambientales	Ingeniería Civil y Doble Grado (EPM, 2018a,b)	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9	EH02, EH03, EC08
Caminos		1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8	EC04
Edificación		2	EC02
Catografía Digital, Urbanismo y Ordenación del Territorio	Máster Universitario en Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos (EPM, 2018c)	2, 3, 4, 5, 6, 10, 14	11
Estructuras y Edificaciones de Obra Civil		1, 4, 6, 11, 12, 18	2, 4, 5

Cabe destacar como otro impacto académico medible, que los alumnos del máster en ICCP han valorado las asignaturas en las que se imparte el programa sobre SUDS como las de mayor aplicabilidad al mundo empresarial por el constante contacto con la realidad técnica. Se produce así una sinergia de la temática del programa de innovación docente desarrollado en este artículo y el desarrollo de las competencias propias y específicas de las asignaturas de los grados y el máster, produciendo un impacto académico medible, como puede verse en la Tabla 3.

### **Impacto en la sociedad y diseminación**

En los dos primeros años de desarrollo de este programa de innovación docente en infraestructura verde y SUDS, se han producido multitud de impactos medibles, que vienen a sumarse a los propiamente académicos, como se enumera a continuación:

- Premios de Innovación en Drenaje Sostenible de la Universidad de Oviedo. Estos premios entregados por la Comisión Académica del Máster en ICCP, suponen un incentivo importante en la relación empresa-universidad. Los estudiantes se agrupan simulando la estructura de un estudio de ingeniería/arquitectura y desarrollan propuestas de rehabilitación urbanística basadas en los SUDS.
- Concursos de Ideas Internacionales. Estudiantes del máster, ganadores del I Premio a la Innovación en Drenaje Sostenible formaron equipo con profesores del programa y participaron en competición con estudios de ingeniería/arquitectura en el Concurso de Ideas del Bulevar de Santuyano en Oviedo, realizando un gran papel, incluso superando a estudios internacionales.
- Seguimiento de la prensa regional. Se manifiesta un creciente interés en conocer el programa y cómo éste aporta resultados tangibles para la propia sociedad asturiana. El periódico La Nueva España viene siguiendo y publicando los resultados del programa, haciendo que la información llegue a la sociedad.
- Petición por parte de los profesionales de ingeniería de cursos de extensión universitaria sobre la temática de SUDS. El éxito del programa ha trascendido los límites de la Universidad y ha llegado a los ámbitos de ingeniería de la región, produciendo una ampliación del programa, generando un curso de extensión universitaria dirigido a los profesionales de la ingeniería y arquitectura.
- Participación en conferencias nacionales e internacionales. El programa ha despertado el interés de la comunidad internacional trabajando en SUDS, pidiéndose la presentación de este programa de innovación docente en la próxima conferencia de SUDS del Reino Unido.
- Lecturas y descargas de los libros de apuntes del programa. El libro de apuntes de SUDS se ha convertido en uno de los documentos más leídos y descargados de la Universidad de Oviedo, alcanzando un elevado número de descargas en la plataforma ResearchGate por parte de Universidades Hispanoamericanas.

## Conclusiones

Las conclusiones que se desprenden de los dos primeros años de experiencia desarrollando este programa de innovación docente son las siguientes:

- El programa desarrollado de forma pionera a nivel internacional en infraestructura verde y SUDS ha demostrado mejorar el conocimiento del alumnado en los estudios asociados con la ingeniería civil en la Universidad de Oviedo, contribuyendo a desarrollar competencias generales y específicas de las titulaciones.
- La visión integradora y multidisciplinar de este programa, incluyendo estudios de grado y postgrado, permite preparar al estudiante bajo diferentes grados de especialización en función de los requerimientos de la sociedad y la industria.
- La introducción de cursos de extensión dentro del programa acerca a los profesionales y a las empresas al conocimiento práctico de las técnicas SUDS, manteniendo así una estrecha relación de transferencia del conocimiento entre universidad y empresa.
- El impacto de este Programa en el emprendimiento de los estudiantes es alto, habiendo generado un equipo de ingenieros que se ha presentado exitosamente a concursos de ideas internacionales organizados por administraciones públicas.
- La futura implementación de los estudios de doctorado contribuirá a completar el programa mediante la introducción de investigación aplicada de mayor profundidad que aquella desarrollada en el máster.

## Agradecimientos

Los autores agradecen a la Universidad de Oviedo por la financiación del proyecto de apoyo a equipos emergentes, ref. PAPI-17-PEMERG-22, que ha permitido la formación del equipo UOStormwater, dentro del cual se ha desarrollado este programa. Extendemos nuestro agradecimiento al Máster en ICCP de la Universidad de Oviedo y a la EPM por la organización de los I y II PREMIOS A LA INNOVACIÓN EN DRENAJE SOSTENIBLE “GREEN STREETS”, los cuales sirvieron de apoyo para la realización de este trabajo. Así mismo, se hace extensivo este agradecimiento a las entidades colaboradoras: Centre for Agroecology, Water and Resilience (CAWR) de la Coventry University, Grupo de Investigación de Tecnología de la Construcción (GITECO) de la Universidad de Cantabria, y el Stormwater Engineering Group de la North Carolina State University (NCSSU).

## Referencias

Agencia Europea De Medio Ambiente (AEMA) (2015): *Exploring nature-based solutions. The role of green infrastructure in mitigating the impacts of weather- and climate change-related natural hazards*. Luxemburgo: Publications Office of the European Union. Disponible en: <http://www.eea.europa.eu/publications/exploring-nature-based-solutions-2014>.

*Introducing Green Infrastructure and Sustainable Drainage Systems to Engineering Undergraduate and Postgraduate Studies*

- Ahmet B. Besir, Erdem Cuce. (2018). Green roofs and facades: A comprehensive review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 82, 915–939.
- Akbaria H., Kolokotsa D. (2016) Three decades of urban heat islands and mitigation technologies research. *Energy and Buildings*, 133, 834–842.
- Baccini M, Kosatsky T, Analitis A, Anderson HR, D'Ovidio M, Menne B, Michelozzi P, Biggeri A. (2011). Impact of heat on mortality in 15 European cities: attributable deaths under different weather scenarios. *J Epidemiol Community Health*, 65(1), 64-70.
- Bradford A., Drake J. (2010). *LID Design Education for Undergraduate and Graduate Engineering Students*. Low Impact Development International Conference (LID 2010). April 11-14, San Francisco, California, United States.
- COM 244 final (2011). *Estrategia de la UE sobre la biodiversidad hasta 2020: nuestro seguro de vida y capital natural*. Comunicación de la Comisión al Parlamento Europeo, al Consejo, al Comité Económico y Social Europeo y al Comité de las Regiones, 13pp.
- EPM (2018a). Memoria de verificación de los estudios del Grado en Ingeniería Civil de la Universidad de Oviedo. Disponible en: [https://epm.uniovi.es/infacademica/grados/detalle/-/asset\\_publisher/0042/content/grado-en-ingenieria-civil](https://epm.uniovi.es/infacademica/grados/detalle/-/asset_publisher/0042/content/grado-en-ingenieria-civil)
- EPM (2018b). Memoria de verificación de los estudios del Doble Grado en Ingeniería Civil e Ingeniería de los Recursos Mineros y Energéticos de la Universidad de Oviedo. Disponible en: [https://epm.uniovi.es/infacademica/grados/detalle/-/asset\\_publisher/0042/content/doble-grado-de-ingenieria-civil-e-ingenieria-de-los-recursos-mineros-y-energeticos-1](https://epm.uniovi.es/infacademica/grados/detalle/-/asset_publisher/0042/content/doble-grado-de-ingenieria-civil-e-ingenieria-de-los-recursos-mineros-y-energeticos-1)
- EPM (2018c). Memoria de verificación de los estudios del Máster Universitario en Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos de la Universidad de Oviedo. Disponible en: [https://epm.uniovi.es/infacademica/postgrado/detalle/-/asset\\_publisher/Mrq6/content/master-universitario-en-ingenieria-de-caminos-canales-y-puertos](https://epm.uniovi.es/infacademica/postgrado/detalle/-/asset_publisher/Mrq6/content/master-universitario-en-ingenieria-de-caminos-canales-y-puertos)
- Jato-Espino D., Sañudo-Fontaneda L.A., Andrés-Valeri V.C. (2017). *Green Infrastructure: Cost-Effective Nature-Based Solutions for Safeguarding the Environment and Protecting Human Health and Well-Being*. In *Handbook of Environmental Materials Management*, 1<sup>st</sup> ed.; Hussain C.; Springer, Cham, 2018; On-line ISBN: 78-3-319-58538-3.
- Kabisch N., Frantzeskaki N., Pauleit S., Naumann S., Davis M., Artmann M., Haase D., Knapp S., Korn H., Stadler J., Zaunberger K., and Bonn A. (2016). Nature-based solutions to climate change mitigation and adaptation in urban areas: perspectives on indicators, knowledge gaps, barriers, and opportunities for action. *Ecology and Society*, 21(2):39.
- Sañudo-Fontaneda L.A., Alvarez-Rabanal F.P., Alonso-Martinez M., Martin-Rodriguez A., del Coz-Diaz, J.J. (2017). *Impacto de tribunales externos multidisciplinares en el proceso de enseñanza-aprendizaje en estudios de Máster en Ingeniería*. Congreso Universitario de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas (CUIEET 2017). 5-8 septiembre, Badajoz, España.
- Woods Ballard B., Wilson S., Udale-Clarke H., Illman S., Scott T., Ashley R., Kellagher R. (2015). *The SuDS Manual*. CIRIA: London, UK, 2015. pp. 968. ISBN 979-0-86017-760-9.



## Aprendizaje colaborativo en Teoría de Estructuras

Miguel Muñiz Calvente<sup>a</sup>, Pelayo Fernández Fernández<sup>a</sup>, Adrián Álvarez Vázquez<sup>a</sup> y María Jesús Lamela Rey<sup>a</sup>

<sup>a</sup>Departamento de Construcción e Ingeniería de Fabricación, Universidad de Oviedo, Campus de Viesques, 33203, Gijón, Asturias. Email: munizcmiguel@uniovi.es

---

### **Abstract**

*This paper presents an example of implementation of a collaborative learning model in the subject of Theory of Structures and Industrial Constructions, with easy application to other areas of engineering. The objective pursued with this project is to obtain a positive exploitation of the student's work out of the classroom, besides looking for the interaction between the students to achieve common learning goals. Throughout the development of the course, the students have carried out a series of workshops, in which they have proposed statements of problems related to the Subject. They have solved them in groups of 2 or 3 students and have corrected these problems through a peer review process. In this way, the collection of solved exercises available to the student increases in each course, according to the level of the Subject. In general, the project has been positively earned by the students with a positive impact on the students' learning. Likewise, It has been observed that the students followed-up the subject constantly, which has been revealed by a high increase of the use of tutoring hours during the course.*

**Keywords:** collaborative learning, collection of problems, theory of structures, constructivist theory.

---

### **Resumen**

*En este trabajo se presenta un ejemplo de implementación de un modelo de aprendizaje colaborativo en la asignatura de Teoría de Estructuras y Construcciones Industriales, fácilmente extrapolable a otras áreas de la ingeniería. El objetivo perseguido con este proyecto es conseguir un aprovechamiento positivo del trabajo del alumno fuera del aula a la par que fomentar la interacción entre los compañeros para alcanzar metas de aprendizaje comunes. Durante el transcurso del curso los alumnos han realizado una serie de talleres*

*en los que han planteado enunciados de problemas relacionados con la asignatura, los han resuelto en grupos de 2 o 3 personas y los han corregido mediante un sistema de corrección por pares. De este modo, la colección de ejercicios resueltos disponible para el alumno aumenta en cada curso, a la par que el nivel de la asignatura. En general, el proyecto ha sido recibido positivamente por los alumnos, ha tenido un impacto positivo en el aprendizaje de los alumnos y ha contribuido a un seguimiento de la asignatura más constante, lo que se ha puesto de manifiesto mediante un alto incremento de la utilización de las horas de tutoría durante todo el curso.*

**Palabras clave:** *aprendizaje colaborativo, colección de problemas, teoría de estructuras, Teoría constructivista.*

## **Introducción, Justificación y Objetivos**

Tradicionalmente los profesores son los únicos responsables del aprendizaje de los alumnos, definiendo los objetivos del aprendizaje, las unidades temáticas, los tipos de ejercicios a resolver, evaluando los conocimientos adquiridos... Esto relega al estudiante a un papel secundario, en el que participa del aprendizaje únicamente como parte pasiva (Glasser, 1986). Sin embargo, el aprendizaje colaborativo (cooperativo) fomenta el uso instruccional de pequeños grupos de tal forma que los estudiantes trabajen juntos para maximizar su propio aprendizaje y el de los demás (John, 1993), mientras que el profesor pasa a tener la función de acompañar, que no obligar, a los alumnos en su aprendizaje

Por otro lado, la enseñanza tradicional en ingeniería suele basarse en la explicación de unos conceptos teóricos complejos que posteriormente son ilustrados con ejercicios de ejemplo en el aula, los cuales son complementados con una serie de ejercicios propuestos para realizar fuera del aula. Este proceso parece válido a priori, pero carece de algunos aspectos fundamentales que se deben potenciar en las carreras de ingeniería, como son la originalidad, el valor de enfrentarse a nuevos retos, la búsqueda de metas personales por encima de lo esperado, la superación personal, el espíritu crítico y la aceptación de las críticas externas, el trabajo en equipo... De entre las muchas desventajas que presenta ese tipo de enseñanza, la más destacable puede ser que los alumnos nunca se enfrentan a problemas nuevos durante el transcurso de la asignatura, ya que es muy probable que todos los ejercicios que se hagan durante el curso, o se propongan como ejercicios para casa, estén resueltos en cursos anteriores y a disposición de los alumnos. Esto incentiva que los alumnos estudien revisando las soluciones de los ejercicios planteados y no enfrentándose a la resolución de ejercicios nuevos, lo que para nada representará sus labores profesionales en el futuro como ingenieros.

Además, el planteamiento tradicional de la enseñanza no aprovecha positivamente el trabajo del alumno ni la inteligencia del mismo para contribuir en el aprendizaje colectivo. Un claro

ejemplo de ello es que en esos modelos de aprendizaje el profesor plantea un único enunciado de problema, el cual debe ser resuelto por todos los estudiantes, finalizando en ese momento el proceso de aprendizaje. Sin embargo, en otros modelos de aprendizaje es posible que el profesor plantee un enunciado a cada alumno (o que sean los propios alumnos los que planteen el enunciado), y que cada alumno resuelva un problema diferente. De este modo, el proceso de aprendizaje por parte de los alumnos continúa, porque pueden hacer uso de los ejercicios y soluciones de sus compañeros para estudiar los conceptos de la asignatura.

Con el objetivo de alejarse del modelo de aprendizaje tradicional, se ha introducido un proyecto de innovación docente en el ámbito de las asignaturas de teoría de estructuras en ingeniería, el cual se basa en los modelos de aprendizaje colaborativo. Durante el transcurso de este proyecto no solamente se ha fomentado el trabajo en equipo de los estudiantes, sino que se ha contribuido positivamente a ampliar la cantidad de material de estudio disponible para los mismos y se ha aumentado el número de horas de tutoría, lo que demuestra un mayor seguimiento de la asignatura durante el curso.

### **Trabajos Relacionados**

Este modelo de aprendizaje colaborativo tiene su base en la teoría constructivista (Vigotsky, 1974), que defiende que el docente debe establecer los cimientos de un ambiente de aprendizaje que permita al estudiante apropiarse del conocimiento y transferirlo a sus compañeros de forma efectiva. Los entornos de aprendizaje constructivista se definen como «*un lugar donde los alumnos deben trabajar juntos, ayudándose unos a otros, usando una variedad de instrumentos y recursos informativos que permitan la búsqueda de los objetivos de aprendizaje y actividades para la solución de problemas*» (Wilson, 1995, p. 27).

En la literatura existen diversos trabajos relacionados con el aprendizaje colaborativo y su implementación en distintos ámbitos de la enseñanza (Calzadilla, 2002), coincidiendo todas ellas en que es fundamental un cambio en el rol del profesor (Cesar, 2018).

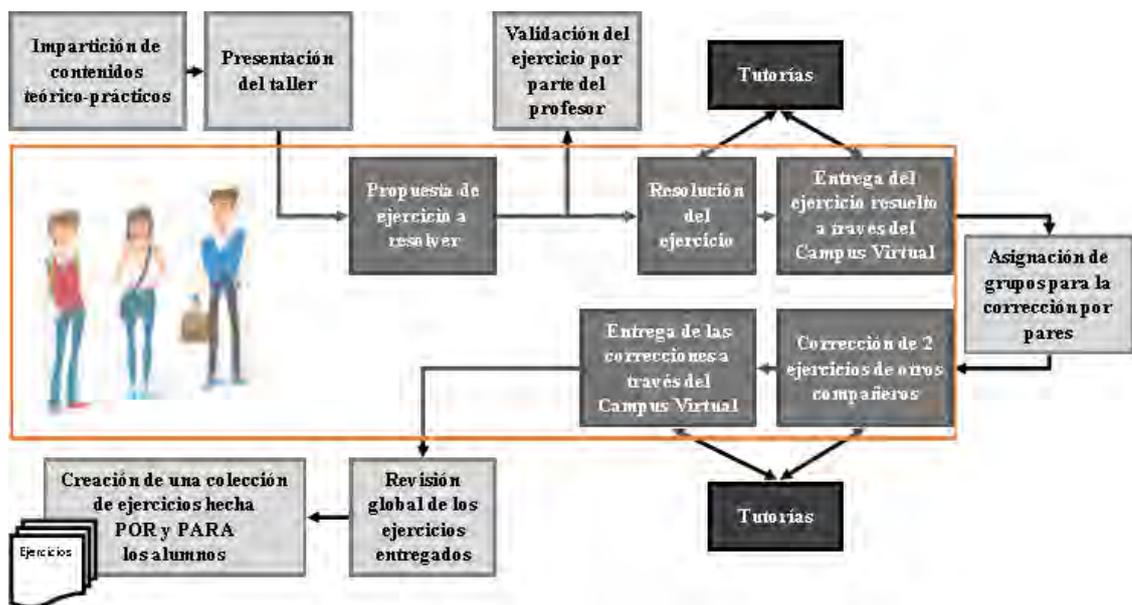
### **Trabajo Desarrollado**

El presente trabajo ha implementado un modelo de aprendizaje colaborativo sobre un grupo de estudiantes de la asignatura *Teoría de Estructuras y Construcciones Industriales*, impartida en el tercer curso del *Grado de Ingeniería Mecánica* de la *Escuela Politécnica de Ingeniería de Gijón*.

El proyecto tiene como objetivo involucrar a los alumnos en la creación de una colección de problemas resueltos de teoría de estructuras. La metodología seguida en el proceso de aprendizaje se centra en el papel del alumno como protagonista del mismo, dejando sobre este la responsabilidad del éxito del proyecto. Mientras que el docente pasa a centrar sus esfuerzos en crear unas condiciones y un clima idóneo para que el alumno pase de un simple auto-

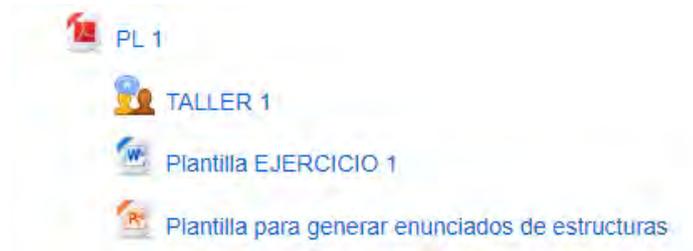
aprendizaje a un aprendizaje colaborativo. El diagrama de flujo de la Figura 1 muestra la metodología llevada a cabo, donde los procesos realizados por los alumnos aparecen en el centro del diagrama, mientras que las acciones llevadas por el docente aparecen en un segundo plano, apoyando el transcurso del proyecto.

Figura 1. Diagrama de flujo ilustrativo del modelo de aprendizaje empleado



En primer lugar, el docente introduce los conocimientos requeridos sobre un tema de la asignatura, por ejemplo, aplicación del principio de trabajos virtuales, resolución de estructuras isostáticas e hiperestáticas... Posteriormente, el docente resuelve en alguna práctica de aula o laboratorio algún ejercicio para ilustrar los conceptos explicados en las clases expositivas y pasa a la presentación del taller a realizar, los objetivos del mismo y la forma de trabajo a través del Campus Virtual haciendo uso de las nuevas tecnologías (Ver Figura 2).

Figura 2. Material disponible en el Campus Virtual para la realización del taller



En segundo lugar, se crean grupos de 2 ó 3 alumnos que plantean el enunciado de un ejercicio relacionado con el tema bajo estudio y lo contrastan con el profesor, con el objetivo de comprobar que cumple con los criterios establecidos y se puede resolver analíticamente.

A partir de ese momento, los alumnos deben trabajar dentro de cada grupo para resolver los ejercicios y subir las soluciones a una herramienta denominada “Taller” en el Campus Virtual de la asignatura. Con el objetivo de homogeneizar los formatos de enunciados, soluciones, figuras y textos, se ha creado una plantilla de Word (ver Figura 3) con un ejemplo de ejercicio resuelto y una plantilla en Power Point (ver Figura 4) para realizar el diseño de las estructuras. Ambas se han puesto a disposición de los alumnos (ver Figura 2) en el Campus Virtual. Es importante destacar que en esta fase los alumnos comienzan a realizar un aprendizaje colaborativo en pequeños grupos, ya que se observa que durante las prácticas de laboratorio muchas de las dudas que se plantean son resueltas dentro del propio grupo de trabajo.

Figura 3. Plantilla Word para la generación de enunciados y resolución de problemas

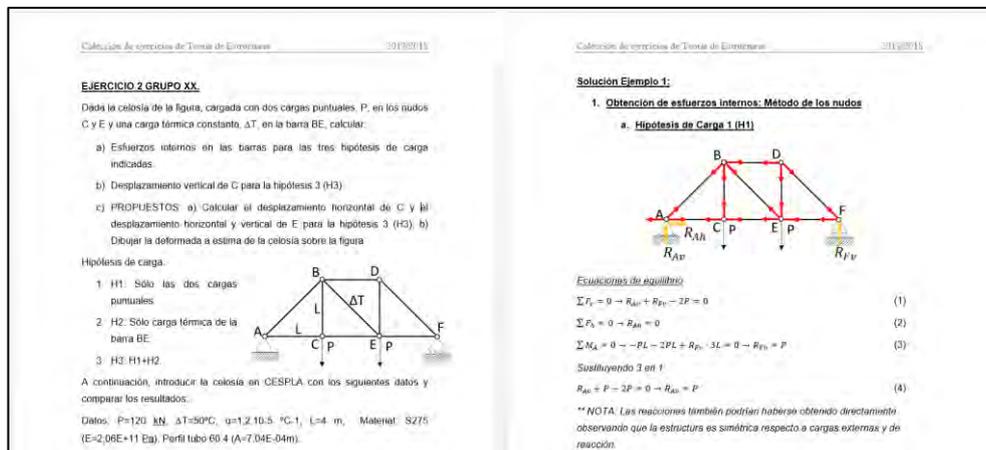
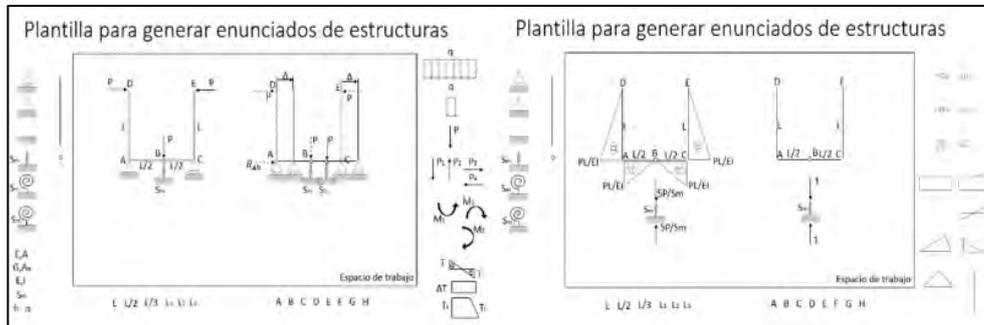


Figura 4. Plantilla Power Point para la homogeneización de figuras



Una vez recibidos todos los ejercicios propuestos y resueltos por los estudiantes, se realiza un cruce de ejercicios para llevar a cabo una corrección por pares de los mismos. De este modo, cada grupo de alumnos recibe 2 ejercicios de otros compañeros, que debe revisar y corregir críticamente. Con el objetivo de garantizar que al finalizar el proceso de revisión los alumnos han detectado la mayor parte de los posibles errores, se ha enseñado a los alumnos a resolver los problemas mediante un programa de cálculo de estructuras asistido por ordenador (CESPLA), lo que ayuda a contrastar las soluciones analíticas. Esta segunda fase del proyecto es fundamental para que los alumnos observen en qué errores han caído sus compañeros, evitando así caer ellos en el futuro. Por otra parte, se ha observado que en algunas ocasiones las explicaciones que los alumnos se ofrecen entre ellos de una manera más informal y horizontal (sin jerarquías) contribuye positivamente a la comprensión de conceptos fundamentales de la asignatura.

Por último, el profesor de la asignatura es el encargado de recopilar toda la información recibida por los estudiantes y crear una colección de ejercicios resueltos creada por y para los alumnos de la asignatura, lo cual contribuye positivamente no sólo a los alumnos del curso actual, sino a los alumnos de cursos posteriores, ya que se verán beneficiados del trabajo realizado.

### Principales Resultados

En el proyecto han participado más de 100 alumnos repartidos en 52 grupos de trabajo, los cuales han realizado 4 talleres relacionados con los siguientes temas:

- Cálculo de esfuerzos internos en estructuras isostáticas.
- Aplicación del principio de trabajos virtuales.
- Resolución de estructuras hiperestáticas por el método de las fuerzas.
- Resolución de estructuras hiperestáticas por el método de ángulos de giro.

De este modo se han creado 4 colecciones de ejercicios compuestas por 52 ejemplos diferentes, lo que en global se ha materializado en 216 ejercicios de teoría de estructuras relacionados con los 4 bloques fundamentales de la asignatura.

Por otro lado, los profesores de la asignatura han observado que los alumnos han realizado un seguimiento de la asignatura de manera constante, lo cual se ha visto reflejado en un claro incremento de las tutorías espaciadas durante el curso y no concentradas en la fase final del mismo, como ocurría en años anteriores.

Cabe destacar que los alumnos han presentado enunciados complejos que en muchos casos estaban por encima de las exigencias planteadas y de los objetivos esperados en la asignatura, lo que ha contribuido positivamente a un aumento del nivel de conocimientos adquirido por los alumnos.

## **Conclusiones**

Las principales conclusiones de este trabajo son:

- Se ha conseguido que el grupo de alumnos persiga la ampliación de la colección de ejercicios de la asignatura como un objetivo común y que compartan recursos e información de manera eficiente (interdependencia positiva).
- Se ha observado que los alumnos se ayudan unos a otros en el proceso de aprendizaje de manera eficiente durante las fases de resolución y (sobre todo) de revisión de los ejercicios (promoción de la interacción).
- Se ha potenciado la conciencia de responsabilidad individual de cada grupo en el aporte en el proceso de aprendizaje colaborativo (responsabilidad individual), lo cual en algunos casos ha conducido a un incremento del nivel de la asignatura en un exceso de exigencia propia por parte de los alumnos.
- Se ha favorecido la relación de cooperación entre los estudiantes, potenciando la capacidad de estos para dar y recibir comentarios y críticas sobre sus ejercicios de manera sana y enriquecedora (interacción positiva).
- Se ha aprovechado el trabajo de los alumnos fuera y dentro del aula de manera positiva, alcanzando un mayor impacto del esfuerzo de los mismos sobre el material disponible para el estudio.
- Se ha conseguido un seguimiento de la asignatura de manera constante, lo cual se ha visto reflejado en un claro incremento de las tutorías espaciadas durante el curso.
- Se ha creado una colección de ejercicios resueltos para la asignatura, que servirá de material de estudio tanto para los alumnos que han intervenido en el proyecto como para las promociones posteriores.

- Se trata de una metodología basada en un modelo de aprendizaje colaborativo que es general y aplicable a cualquier tipo de enseñanza técnica, es decir, es transversal y extendible a cualquier asignatura. En este trabajo se ha presentado únicamente un ejemplo de implementación en una asignatura concreta relacionada con la Teoría de Estructuras.

## **Referencias**

Alberto Collazos, C., Guerrero, L., Vergara, A. (2018). Aprendizaje Colaborativo: Un cambio en el rol del profesor.

Calzadilla, M. E. (2002). *Aprendizaje colaborativo y tecnologías de la información y la comunicación*. Revista Iberoamericana De Educación, 29(1), 1-10

Glasser W., *Control Theory in the classroom*. New York: Harper & Row.

Johnson, D. W., Johnson, R., & Holubec, E. (1993). *Circles of learning (4th ed.)*. Edina, MN: Interaction Book Company.

Vigotsky, L. S. (1979): *El desarrollo de los procesos psicológicos superiores*. Madrid, Editorial Grijalbo

Wilson, (1995). *Cómo valorar la calidad de la enseñanza*. Madrid, Paidós.



## **Modelo de Evaluación y Seguimiento de los Trabajos Fin de Grado (TFG) y Trabajos Fin de Máster (TFM) Tutorizados en el Área de Ingeniería de los Procesos de Fabricación.**

**A.I. Fernández-Abia, M.A. Castro-Sastre, S. Martínez-Pellitero, J. Barreiro, M.I. González-Alonso**

Ingeniería de los Procesos de Fabricación. Escuela de Ingenierías Industrial, Informática y Aeroespacial. Universidad de León. 24071. León. Tel. +34 987 291000 ext 1984. [aifera@unileon.es](mailto:aifera@unileon.es)

---

### ***Abstract***

*Professors of the Manufacturing Processes Engineering Area have detected specific difficulties for tracking and evaluating the bachelor (TFG) and master (TFM) final projects. Teachers do not have tools to evaluate objectively the project with similar criteria and there is not enough rigor when verifying the competences that the student must acquire during development of the TFG / TFM. On the other hand, students find great difficulties when facing the task of developing the TFG / TFM. For these reasons we have studied a stage model for monitoring students that makes this task easier for tutors, establishing specific actions to be taken at each stage. To this end, assessment scales have been drawn up based on the acquisition of competencies. These scales allow an objective evaluation of the student's work; evaluable aspects are defined through clear and objective criteria. So, the student's learning process is improved since he/she is aware of the activities and achievements that he must achieve in each stage. In addition, the use of assessment scales favors the formative evaluation and helps students to identify the weaknesses and strengths of their learning, developing a critical spirit of their learning process and getting involved in their own evaluation.*

**Keywords:** *Assessment by competences, Formative evaluation, Assessment scales, Bachelor final project, Master final project.*

---

### **Resumen**

*Los profesores del Área de Ingeniería de los Procesos de Fabricación estamos detectando ciertas dificultades en el proceso de seguimiento y evaluación de los trabajos fin de grado (TFG) y de máster (TFM). Los profesores no disponemos de herramientas para evaluar de una forma objetiva y con criterios similares los trabajos y tampoco existe rigor en la verificación de las competencias que el alumno debe adquirir durante el desarrollo del TFG/TFM. Por otro lado los alumnos se encuentran con grandes dificultades cuando se enfrentan a la tarea de realización del TFG/TFM. Por estos motivos hemos desarrollado un modelo que facilita a los tutores la tarea de seguimiento de los alumnos, estableciendo etapas temporales determinadas y acciones a realizar en cada etapa. Para ello se han elaborado escalas de valoración basadas en la adquisición de competencias que permiten evaluar de forma objetiva el trabajo del alumno. Con esta herramienta se definen con criterios claros y objetivos los aspectos evaluables y se consigue mejorar el proceso de aprendizaje del alumno porque es conocedor de las actividades y logros que tiene que alcanzar en cada etapa. Además, el empleo de escalas de valoración favorece la evaluación formativa y ayuda a los alumnos a identificar las deficiencias y fortalezas de su aprendizaje desarrollando un espíritu crítico de su proceso de aprendizaje e implicándose en su propia evaluación.*

**Palabras clave:** *Evaluación por competencias, Evaluación formativa, Escalas de valoración, Trabajo fin de grado, Trabajo fin de máster.*

### **Introducción**

Con la llegada de la implementación del Espacio Europeo de Educación Superior (EEES) los trabajos fin de grado (TFG) y los trabajos fin de máster (TFM) pasan a tener la consideración de asignatura desde el punto de vista de matrícula, evaluación y cuantificación en créditos. El TFG y TFM deberá realizarse en la fase final del plan de estudios y consiste en la elaboración de un trabajo de carácter individual, en el que el alumno debe demostrar los conocimientos, habilidades y competencias adquiridos durante sus estudios mediante la resolución de un problema específico del ámbito de la titulación. En los planes de estudio de los distintos grados y másteres que se imparten en la Escuela de Ingenierías Industrial, Informática y Aeroespacial de la Universidad de León (EIIIA), el TFG y TFM está valorado con 12 créditos ECTS, y su calificación en el cómputo final de la titulación supone una asignatura más del grado ó máster. La finalidad formativa del TFG y TFM es que el alumno realice de modo activo un trabajo aplicado y de conjunto, frecuentemente multidisciplinar, en el que ponga

en práctica las competencias que se le van a requerir en el ejercicio de la profesión. Desde este punto de vista, debe consistir en un trabajo individual, de suficiente nivel y complejidad, donde se engloben los siguientes perfiles:

a) perfil académico, que requiere del alumno la integración y aplicación de conocimientos adquiridos a lo largo de sus estudios;

b) perfil profesional, en el que se trata de resolver un conjunto de problemas prácticos interrelacionados y complejos, y en los que el alumno debe ser capaz de encontrar una solución realista, tanto desde el punto de vista técnico, como de plazos y de costes;

y en el caso del TFM, además

c) perfil investigador, mediante el cual el alumno deberá demostrar una capacidad adecuada para afrontar actividades de I+D+i.

Dentro de los perfiles anteriores, los TFG/TFM pueden corresponder a alguna de las siguientes modalidades: proyectos clásicos de ingeniería, estudios técnicos, organizativos y económicos y trabajos teórico-experimentales de naturaleza teórica, computacional y/o experimental.

En la Escuela de Ingenierías Industrial, Informática y Aeroespacial de la Universidad de León se ha desarrollado una normativa para regular los TFG y TFM con la finalidad de unificar criterios y procedimientos que aseguren la homogeneidad en la organización y evaluación de estos trabajos. En relación a la evaluación de los trabajos, en esta normativa se establece que en la evaluación del alumno intervienen dos agentes, el tutor académico y la Comisión de Evaluación. El tutor académico es el profesor responsable de realizar el seguimiento y asesorar al alumno durante el desarrollo del trabajo y por tanto desempeña un papel importante como formador/asesor. Además también actúa como evaluador y debe de elaborar un informe, con antelación al acto de la defensa pública del TFG/TFM, sobre la calidad, los méritos del trabajo y la adquisición de competencias junto con su propuesta de calificación. La Comisión de Evaluación desempeña el papel de evaluador y asiste al acto público de defensa oral del trabajo valorando tanto el documento escrito con sus aspectos formales y de contenido como la exposición oral. La calificación final del alumno resulta de la suma de la calificación otorgada por el tutor, que supone un 40% de la nota, y la calificación otorgada por la Comisión de Evaluación, que supone un 60% de la nota final. En esta normativa se incluyen unas escalas de valoración para asistir al proceso de evaluación, tanto para el tutor, como para la comisión de evaluación.

El desarrollo del TFG/TFM supone un reto para los alumnos que no están acostumbrados a enfrentarse a problemas similares a la realidad industrial, resolver por ellos mismos problemas, búsqueda de información, datos de partida, etc. Los alumnos también presentan dificultades a la hora de gestionar su aprendizaje y de gestionar el tiempo de forma eficaz. Por ello

es muy importante el papel del tutor para guiar al alumno de forma eficaz durante el desarrollo del trabajo contribuyendo a su evaluación formativa.

Los profesores del Área de Ingeniería de los Procesos de Fabricación, conscientes de la importancia del papel desempeñado por el tutor hemos desarrollado un modelo para facilitar el seguimiento y evaluación de los TFG/TFM que se tutorizan en el área. Actualmente los profesores del área no disponemos de herramientas que nos permitan evaluar de una forma objetiva y con criterios similares los trabajos realizados por los alumnos. Tampoco existe rigor en la verificación de las competencias que el alumno debe adquirir durante el desarrollo del TFG/TFM. Por otro lado el alumno desconoce los criterios que se van a utilizar para evaluar su trabajo y no es capaz de ser crítico identificando los puntos fuertes y carencias de su trabajo. Por estos motivos hemos desarrollado un modelo basado en competencias que facilita a los tutores la tarea de seguimiento de los alumnos, estableciendo etapas temporales determinadas y las acciones a realizar en cada etapa. Para ello hemos elaborado escalas de valoración basadas en la adquisición de competencias que permiten evaluar de forma objetiva el trabajo del alumno durante la etapa de seguimiento. Como consecuencia se favorece la evaluación formativa, ya que el alumno en todo momento es conocedor de las actividades y logros que ha de alcanzar en cada etapa y además es capaz de identificar las deficiencias y fortalezas de su aprendizaje desarrollando un espíritu crítico de su proceso e implicándose en su propia evaluación.

### **Trabajos Relacionados**

Son muchas las referencias y estudios que hemos podido encontrar sobre distintos aspectos abordados durante el desarrollo del TFG/TFM desde su implantación en todos los estudios de grado y máster. Todos ellos parecen perseguir el mismo fin: “asegurar la transparencia del proceso evaluativo de esta asignatura”.

Esta asignatura precisa de una metodología específica para su seguimiento, debido a que es diferente al resto de asignaturas que se imparten durante el grado y máster, ya que se trata de una asignatura sin docencia y el alumno solamente dispone de la guía del tutor para abordar demasiadas competencias.

Con el fin de conseguir mejorar la ayuda prestada al alumno para el desarrollo y realización del TFG, así como facilitar al tutor la tarea de seguimiento, Fernández, 2015, han realizado una propuesta de guía y tutorización del alumno mediante fichas de seguimiento. Esta metodología les ha permitido observar que existen factores influyentes durante el desarrollo del trabajo, en cuanto a cumplir plazos, que los atribuyen a la diferente capacidad de autonomía del alumno, así como, a la fatiga del tutor.

Sin embargo, la mayoría de los trabajos se centran en la evaluación por competencias, haciendo hincapié en aspectos tanto del seguimiento del trabajo como de su evaluación, contemplando el *qué, cómo, quién y cuándo*; y por tanto, dando respuesta a los distintos aspectos involucrados en un TFG: competencias, metodología, agentes y momentos de evaluación.

*¿Qué evaluar?* Claramente las competencias, sin embargo, hay que tener en cuenta que no todos los TFG cubren las mismas competencias. Partiendo de esto, los trabajos consultados primero hacen una selección rigurosa de las competencias a evaluar (Valderrama 2010, Rullán, 2010, Bonilla, 2012), y a continuación, les atribuyen una serie de indicadores, dando a cada uno de ellos una puntuación, que permita evaluarlas de una forma más objetiva. Por otro lado, dado que el estudiante que está realizando el TFG debe haber superado el resto de materias para poder presentarlo y defenderlo, estamos reconociendo que en el TFG se han de evaluar las competencias con mayor rigurosidad (un mayor nivel), dado que algunas de ellas ya se han adquirido en cursos anteriores (Bonilla, 2012).

En respuesta al *“cómo”* se proponen distintas alternativas, siendo la más repetida en la literatura, el uso de rúbricas (Rullan, 2010; Valderrama, 2009 y 2010; Antoni-Jaume, 2012; Bonilla et al 2012; Reyes, 2014; Aparicio-Chueca, 2014) aunque también nos encontramos el uso del contrato de aprendizaje (Herrero Martín, 2011), las TIC (Villamañe, 2014), en fichas de seguimiento (Fernández, 2015). El uso de rúbricas permite precisamente dar transparencia a lo que se va a evaluar desde el inicio hasta el fin de la ejecución del TFG, además para el alumno desaparece la ambigüedad de su evaluación, ya que conocerá en todo momento lo que se espera de él durante su realización y defensa, ya que la mayoría de estas herramientas son públicas y el alumno las conoce.

En cuanto al *“quién”*, la respuesta de los trabajos consultados los denominan “agentes evaluadores”, y dentro de ellos incluyen al tutor y miembros del tribunal, aunque los trabajos que se guían por la evaluación formativa, en alguna de las etapas incluyen al alumno, que realizar una autoevaluación. E incluso, en algún trabajo incluyen a otros alumnos que están realizando el TFG, realizando una coevaluación (Bonilla, 2012)

En la mayoría de estos trabajos citados se incluye una propuesta del *“cuando”*, apareciendo entre las propuestas distintos momentos temporales, para los cuales se hace necesario determinar de nuevo qué se va a evaluar y quienes serán las personas implicadas en dicha evaluación, y por tanto, elaborar la correspondiente herramienta para cada una de las situaciones (fases y agentes evaluadores). En concreto, Valderrama, 2010, establece tres momentos de evaluación: inicio, seguimiento y final.

Además de todas estas publicaciones, la consulta de las distintas universidades permite ver que todas ellas tienen publicada su metodología para abordar esta asignatura.

La propuesta que desarrollamos a continuación se inspira en diversos trabajos y utiliza las escalas de valoración como instrumento de evaluación. Para elaborar las escalas de valoración se ha seguido la metodología de evaluación por competencias propuesta en Valderrama, 2009.

## **Metodología**

De la situación expuesta en el apartado anterior se deduce la necesidad de desarrollar una metodología que permita realizar un seguimiento y evaluar con parámetros objetivos y con criterios bien establecidos la adquisición de las competencias asociadas a los TFG/TFM. El modelo que aquí se presenta es válido tanto para el tutor académico como para el alumno. Por un lado se verá facilitada la tarea de los tutores guiándoles en las distintas fases de seguimiento del trabajo y estableciendo de forma clara las acciones a realizar y los aspectos evaluables en cada una de las fases. Por otro lado, deberá servir al alumno de guía para poder desarrollar el trabajo de forma ordenada, estableciendo unos objetivos claros y un calendario de seguimiento con una distribución temporal adecuada. Para ello es fundamental que el alumno conozca desde el primer momento las competencias e indicadores que se van a valorar en cada fase del trabajo mediante las actividades definidas en cada etapa. Además el estudiante ha de conocer los resultados de valoración de cada etapa y ha de tener la posibilidad de subsanar los aspectos que no ha conseguido desarrollar de forma satisfactoria y que puede mejorar. De esta forma el alumno puede participar de forma activa en el proceso de evaluación, consiguiendo los beneficios que se derivan de la evaluación formativa.

A continuación se describen las diferentes etapas del proceso de seguimiento de los TFG/TFM, definiendo para cada una de ellas los agentes que intervienen (tutor, profesores del área, PAS, comisión de evaluación, alumno) y las evidencias del trabajo realizado por el alumno y que son objeto de evaluación (entrega de un informe, exposición del informe, entrega de la memoria, defensa final del trabajo). En la figura 1 se indican las etapas de forma secuencial.

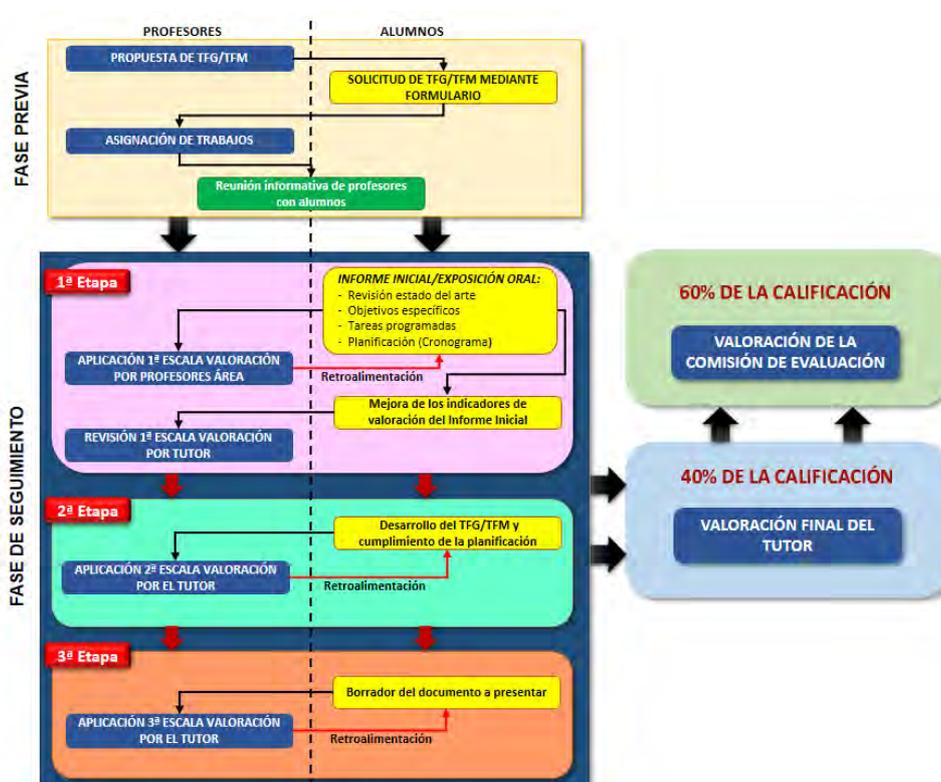
### Fase previa: propuesta, asignación de los TFG/TFM y reunión informativa.

El proceso comienza con una reunión entre los profesores del Área para elaborar la lista de trabajos que se oferta a los alumnos y a continuación se convoca a los alumnos matriculados en las asignaturas de último curso interesados en comenzar su TFG/TFM, a una reunión informativa. Los profesores preparan una presentación para explicar los objetivos generales de cada trabajo ofertado. Para cada trabajo se debe detallar la siguiente información: título general del trabajo, objetivo general, información sobre las tareas generales que es necesario realizar y el nombre del tutor responsable del seguimiento del trabajo.

Además de esta información, y debido a que siempre es más la demanda de trabajos del Área, que la oferta, se indica a los alumnos los requisitos que se valoran para realizar la asignación

de los trabajos. Entre otros aspectos está el número de asignaturas pendientes para terminar los estudios, el expediente académico, el interés por el área de conocimiento de Ingeniería de los Procesos de Fabricación, el nivel de lectura en lengua inglesa y/o el manejo de software CAD. Cada alumno interesado debe de rellenar una ficha de solicitud indicando todos estos aspectos y entregarla a cualquier profesor del área.

Figura 1 Etapas del proceso de seguimiento de los TFG/TFM



Una vez asignados los trabajos, aplicando los criterios mencionados, se convoca a los alumnos seleccionados a una reunión informativa estructurada en dos partes. La primera parte de la reunión se hace de forma conjunta con todos los alumnos y sirve para informar sobre la metodología que se va a utilizar durante el seguimiento del TFG/TFM. Además se entregarán y explicarán las escalas de valoración a utilizar durante todo el proceso de seguimiento. En la segunda parte de la reunión el tutor deberá informar a cada alumno de forma individual de

los aspectos relativos al contenido del TFG/TFM. La información que debe proporcionar incluirá al menos los siguientes puntos: propuesta de título del trabajo, explicación del contenido y resultados que se esperan alcanzar y esquema general de los contenidos del trabajo. Además deberá proporcionar al alumno las herramientas que considere necesarias para el desarrollo del mismo, como normas, libros, catálogos, software específico, etc.

En esta reunión se deberá establecer la fecha para realizar la primera etapa de seguimiento. Es conveniente fijar esta primera evaluación transcurrido un plazo aproximado de un mes o mes y medio desde la asignación del trabajo. Este tiempo se considera suficiente para que el alumno pueda trabajar sobre el informe que tiene que presentar en la primera etapa.

#### Primera etapa de seguimiento.

En esta etapa el alumno debe elaborar un informe y defenderlo mediante exposición oral frente a un público. El objetivo de esta etapa es doble. Por un lado se pretende que el alumno trabaje las competencias transversales de capacidad de organización y planificación y capacidad de análisis y síntesis. Estas competencias son evaluables a través del informe que debe elaborar el alumno. El informe debe recoger al menos la siguiente información: hipótesis de trabajo, objetivos concretos, tareas para alcanzar los objetivos y planificación de las tareas mediante la realización de un cronograma detallando tiempo y recursos necesarios.

Estos aspectos serán valorados por el tutor según la escala de valoración creada específicamente para esta etapa. Como el objetivo que se persigue con el empleo de las escalas de valoración es conseguir una evaluación formativa del alumno, el tutor pondrá en común con el alumno la valoración obtenida en cada ítem evaluable y le indicará los aspectos que puede mejorar. El alumno puede decidir realizar las mejoras y ser calificado en una segunda ocasión, participando de modo activo en el proceso de evaluación.

El segundo objetivo de esta etapa es que el alumno trabaje la competencia de comunicación oral. Se considera interesante que a este acto de defensa oral asistan los profesores del área involucrados en el desarrollo de esta metodología, el personal de apoyo con el que cuenta el área y que colabora en el desarrollo técnico de los TFG/TFM, así como el resto de alumnos que están realizando el proyecto, con lo que se consigue enfrentar al alumno a un público variado. Este acto de defensa oral se valora mediante la escala de valoración creada para tal efecto y que es la misma que utiliza la Comisión de Evaluación en el acto final de defensa oral del trabajo. Al no formar parte de la evaluación final del tutor, se pretende que solo sea parte de la evaluación formativa del alumno. Todos los asistentes al acto califican al alumno y al finalizar se realiza una puesta en común para ayudar al alumno a detectar los puntos fuertes y los que tiene que mejorar en la comunicación oral. Todos los alumnos presentes pueden aprender del resto de compañeros.

#### Segunda etapa de seguimiento: tutorías.

Esta etapa transcurre a lo largo de todo el desarrollo del TFG/TFM mediante reuniones periódicas realizadas con una determinada frecuencia en función de las necesidades del alumno. Estas reuniones o tutorías pueden ser presenciales o virtuales y tener distinta duración, según la cuestión que se trate (puramente informativas, de resolución de dudas concretas, de ayuda para toma de decisiones, ...). Durante estas tutorías siempre se tendrá presente la correspondiente escala de valoración, con el fin de ir realizando un análisis de las competencias que el alumno está trabajando y el grado de desarrollo y adquisición de las mismas. Es fundamental que el tutor mantenga informado al alumno de las valoraciones que realiza, resaltando sus fortalezas y sus puntos débiles, de modo que el alumno sepa los aspectos que tiene que mejorar y tenga la oportunidad de corregir las deficiencias de forma progresiva durante el proceso de desarrollo del trabajo. Así se consigue que el alumno tenga un papel activo, de forma que el aprendizaje se realice de manera autónoma, haciéndole responsable de su propia formación e implicándole en el proceso de evaluación formativa.

Se han elaborado dos escalas de valoración diferentes, según el tipo de trabajo que se trate. En ambas escalas se evalúan competencias comunes como la capacidad de gestión de la información, capacidad de análisis y síntesis, capacidad de crítica y capacidad para trabajar de forma autónoma, entre otras. Algunos de los indicadores que se han establecido para evaluar estas competencias son diferentes y están adaptados para los diferentes tipos de trabajo, diferenciando entre trabajos experimentales, de desarrollo o de investigación y estudios teóricos o técnicos. A modo de ejemplo, en la Tabla 1 se muestran los indicadores utilizados para valorar el grado de adquisición de la competencia relacionada con la habilidad para investigación, más propia de trabajos experimentales o de investigación y los indicadores utilizados para valorar la competencia de capacidad de crítica, común para ambos tipos de trabajo.

**Tabla 1. Indicadores para las competencias: a) Habilidad para investigación; b) Capacidad de crítica**

a) Demostrar un conocimiento práctico de los diferentes métodos y técnicas: estrategia y recogida de datos, definición de indicadores del experimento y análisis de datos, utilizando herramientas adecuadas y ajustándose a los protocolos éticos.	Puntos	
Aplica excelentemente diferentes técnicas, documentando la metodología utilizada de forma que se puede reproducir. Realiza con rigor científico todas las etapas del proceso.	7	
Aplica diferentes técnicas documentando la metodología utilizada pero no de forma clara. Realiza las etapas del proceso de forma adecuada.	5	
Aplica diferentes técnicas pero sin garantías para su reproducción. Realiza de forma poco ordenada las etapas del proceso.	3	
No aplica las técnicas adecuadas ni expone las etapas del proceso.	0	

b) Analizar la información de forma crítica.	Puntos	
Realiza valoraciones críticas de la información analizada resaltando los puntos fuertes y débiles.	7	
Realiza valoraciones críticas de la información analizada resaltando solo los puntos fuertes o los débiles.	5	
Realiza un análisis de la información sin realizar valoraciones críticas.	3	
No analiza la información ni realiza valoraciones críticas.	0	

### Tercera etapa de seguimiento: análisis del documento.

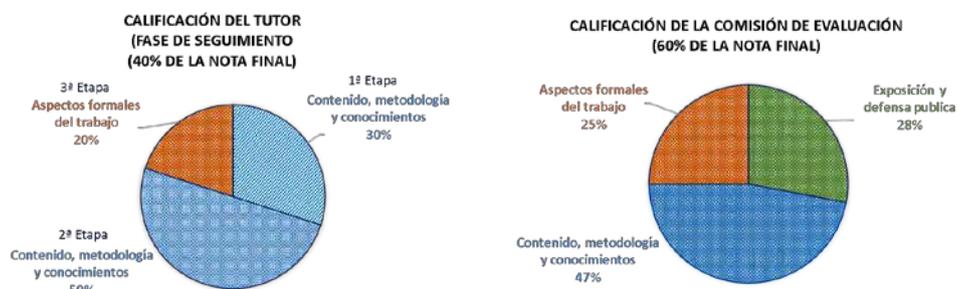
El objetivo de esta etapa es evaluar los aspectos formales del documento. Para ello el alumno deberá entregar un borrador del TFG/TFM que ha ido elaborando a lo largo del desarrollo del trabajo. La fecha para esta etapa se debe fijar cuando el trabajo está en un estado bastante avanzado pero cuando todavía hay tiempo suficiente para realizar modificaciones y mejoras. El tutor valorará el documento siguiendo la escala de valoración creada a este efecto y en el que se evalúa fundamentalmente las competencias de capacidad de comunicación escrita y de gestión de la información.

Al igual que en las etapas anteriores el alumno será informado de la valoración y podrá realizar mejoras en el documento que en caso de ser mejorado, será de nuevo evaluado.

### **Resultados**

Los resultados del trabajo del alumno se evalúan de forma cuantitativa mediante las escalas de valoración. La calificación final que otorga el tutor al alumno representa un 40% de la puntuación final asignada al TFG/TFM y se obtiene de aplicar las tres escalas de valoración creadas para las tres etapas del proceso de seguimiento. La Comisión de Evaluación también evalúa al alumno mediante una escala de valoración y la calificación supone el 60% de la nota final. En la figura 2 se puede ver de forma gráfica el reparto de las calificaciones. En la etapa de seguimiento el aspecto que más se valora es el asociado al contenido, la metodología y los conocimientos con un 80% de la calificación total, repartido entre la primera y segunda etapa de la fase de seguimiento. La Comisión de Evaluación valora este aspecto con un 48% de la puntuación total. Se considera que el tutor es el que puede valorar estos aspectos de forma más acertada, pues es el que trabaja de forma más continua y cercana con el alumno. La valoración de los aspectos formales del trabajo está repartida con porcentajes similares entre el tutor y la Comisión de Evaluación, pues este aspecto puede ser evaluado con el mismo grado de detalle por ambos agentes. La valoración de la exposición y defensa del trabajo sólo es calificada por la Comisión de Evaluación, con un 28% de la calificación. Este aspecto no lo valora el tutor, aunque sí ha trabajado con el alumno las competencias asociadas a esta actividad en la primera etapa de seguimiento, con el objetivo de realizar una labor formativa del proceso de evaluación, aspecto que se considera fundamental en el modelo que se propone.

**Figura 2. Reparto de las calificaciones de los TFG/TFM**



## Conclusiones

Los beneficios esperados del desarrollo del modelo de seguimiento propuesto son los siguientes:

- Evaluación basada en la adquisición de competencias, tal y como se indica en el EEES.
- Criterios objetivos y transparentes en la evaluación de los TFG/TFM.
- Ayuda a los tutores implicados en la tarea de seguimiento de los TFG/TFM, estableciendo unas etapas y tareas bien definidas y evaluables mediante escalas de valoración.
- Ayuda a los alumnos para desarrollar el trabajo de forma ordenada, estableciendo unos objetivos claros y un calendario de seguimiento con una distribución temporal adecuada.
- Evaluación formativa de los alumnos a través de escalas de valoración.
- Permite identificar las dificultades y carencias de los alumnos en la adquisición de competencias. Información interesante para promover cursos de formación específicos que ayuden a mejorar estas deficiencias.

## Referencias

- E. Valderrama, M. Rullán, F. Sánchez, J. Pons, F. Cores, J. Bisbal. (2009). *La evaluación de competencias den los Trabajos Fin de Estudios*. XV JENUI - Jornadas de Enseñanza Universitaria de la Informática. ISBN: 978-84-692-2758-9. <http://hdl.handle.net/2099/7892>
- E. Valderrama, M. Rullán, F. Sánchez, J. Pons, C. Mans; F. Giné, G. Seco, L.Jimenez, E. Peig, J.Carrera, A. Moreno, J. García, J. Pérez, R. Vilanova, F. Cores, J.M. Renau, J. Tejero y J. Bisbal. (2010). *La evaluación de competencias en los Trabajos Fin de Estudios*. IEEE-RITA. Vol 5, Nº 3. 107-114.
- J.A. Fernández Sánchez, J.J. Tari Guilló, S. de Juana Espinosa, J. Valdés Conca, R. Andreu Guerrero, E. Manresa Marhuenda, V.Sabater Sempere y L.Rienda García. (2015). *Análisis del proceso de elaboración y tutorización de los TFG/TFM*. XIII. Jornadas de Redes de Investigación en Docencia Universitaria. Nuevas Estrategias Organizativas y Metodológicas en la Formación Universitaria para

Modelo de Evaluación y Seguimiento de los Trabajos Fin de Grado (TFG) y Trabajos Fin de Máster (TFM) Tutorizados en el Área de Ingeniería de los Procesos de Fabricación *Título de la ponencia*

- Responder a la Necesidad de Adaptación y Cambio. ISBN: 978-84-606-8636-1. (2818-2829). <http://hdl.handle.net/10045/48708>
- M. Villamañe, B. Ferrero y A. Álvarez. *Uso de las tic en el seguimiento y evaluación del trabajo fin de grado en el campo de las ingenierías*. (2014). Actas del I. CONGRESO INTERUNIVERSITARIO SOBRE EL TRABAJO FIN DE GRADO. Retos y Oportunidades del TFG en la Sociedad del Conocimiento. ISBN: 978-84-9082-032-2. [www.ehu.es/argitalpenak](http://www.ehu.es/argitalpenak)
- P. Aparicio-Chueca, P. Marius Domínguez-Amorós e I. Maestro Yarza. (2014). *Aplicación de la metodología de rúbricas para evaluar las competencias del TFG del grado de ADE (UB)*. Actas del I. CONGRESO INTERUNIVERSITARIO SOBRE EL TRABAJO FIN DE GRADO. Retos y Oportunidades del TFG en la Sociedad del Conocimiento. ISBN: 978-84-9082-032-2. [www.ehu.es/argitalpenak](http://www.ehu.es/argitalpenak)
- C.I. Reyes García y C. Fernández Sarmiento. (2014). *La evaluación del trabajo fin de grado a través de la rúbrica*. Actas del I. CONGRESO INTERUNIVERSITARIO SOBRE EL TRABAJO FIN DE GRADO. Retos y Oportunidades del TFG en la Sociedad del Conocimiento. ISBN: 978-84-9082-032-2. [www.ehu.es/argitalpenak](http://www.ehu.es/argitalpenak)
- M.I. Bonilla Delgado y C. Martín López. (2012). *Evaluación de Competencias en el Trabajo Fin de Grado en Administración y Dirección de Empresas: una Propuesta de la Facultad de Ciencias Sociales de Talavera de la Reina*. UCLM. Revista de Formación e Innovación Educativa Universitaria. Vol. 5, Nº 4, 241-253.
- M. Rullan Ayza, M. Fernández Rodríguez, G. Estapé Dubreuil, M.D. Márquez Cebrián (2010). *La Evaluación de Competencias Transversales en la Materia Trabajos Fin de Grado. Un Estudio Preliminar sobre la Necesidad y Oportunidad de Establecer Medios e Instrumentos por Ramas de Conocimiento*. Revista de Docencia Universitaria. Vol. 8, Nº 1. 74-100. ISSN:1887-4592.
- A. Jaume-i-Capó, C. Guerrero, J. Miró y A. Egea. (2012). *Elaboración de un Rúbrica para la Evaluación TFG y TFM de Informática en la Universitat de les Illes Balears*. Actas Simposio-Taller JENUI. I.S.B.N. 10: 84-695-3941-8/ I.S.B.N. 13: 978-84-695-3941-5. 12-24.
- R. Herrero Martín , M.A. Ferrer Ayala , A.A. Calderón García , G. Vázquez Arenas , J. Ros Torres, M.V. Fuente Aragón (2011). Congreso Internación de Innovación Docente. Universidad Politécnica de Cartagena. CMN 37/38.



## **El Taller de Diseño como núcleo de innovación docente y eje de adquisición de competencias en la formación del grado en Ingeniería en Diseño Industrial y desarrollo de productos**

**Marina Puyuelo<sup>a</sup>, Mónica Val<sup>b</sup>, Chele Esteve<sup>c</sup>, Esther González<sup>d</sup>, Elisa March<sup>e</sup>, Javier Aparisi<sup>f</sup> y Margarita Valor<sup>g</sup>**

<sup>a</sup>Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño [mapuca@ega.upv.es](mailto:mapuca@ega.upv.es), <sup>b</sup>Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño [movalfie@ega.upv.es](mailto:movalfie@ega.upv.es), <sup>c</sup>Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño [maessen@ega.dib.es](mailto:maessen@ega.dib.es), <sup>d</sup>Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño [esgonau@ega.upv.es](mailto:esgonau@ega.upv.es), <sup>e</sup>Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño [emarch@dib.upv.es](mailto:emarch@dib.upv.es), <sup>f</sup>Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño [jaaptor@dig.upv.es](mailto:jaaptor@dig.upv.es), <sup>g</sup>Escuela Politécnica Superior de Alcoy [mvalor@dig.upv.es](mailto:mvalor@dig.upv.es)

---

### ***Abstract Times New Roman 11***

*In the brief history of design studies, the design studio has been the backbone of the development of projects, in which the most real and personal learning experiences have been cultivated. In the Degree of Industrial Design Engineering and Product Development, the design studio has a weighting of 18 ECTS, which are divided in 6 credits throughout 3 consecutive study years. Nowadays, due to the fact that the subjects are distributed throughout different years, the coordination is complicated. Moreover, those subjects are the responsibility of diverse university departments, which tend to have differing and sometimes isolated approaches to design studio methodologies. Taking in account this situation and in order to improve the learning experience of our students, it has been considered necessary to propose a coordinated strategy. The main goal of this procedure is to allow us to achieve an adequate coherence between content, learning outcomes and competences acquired at the end of the degree. For that reason, we are working on a Teaching Innovation Project that aims to draw common guidelines to articulate and promote the coordination of the design studio in our degree at the Higher Technical School of Industrial Design Engineering as well as at the Polytechnic School of Alcoy.*

**Keywords:** *Workshop-classroom, project thinking, competences designstudio, practical knowledge, active learning.*

---

### **Resumen**

*En la breve historia de la formación en diseño, el Taller de diseño ha constituido un eje vertebrador de los proyectos en el que se recogían las experiencias del aprendizaje más reales y personales. En el Plan de Estudios del Grado de Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo de Productos este Taller de Diseño (18 ECTS) forma parte del Módulo de Especialidad Diseño, distribuido en asignaturas de 6 créditos en 3 cursos consecutivos. En la actualidad la coordinación entre estas asignaturas resulta complicada debido tanto por su ubicación en distintos cursos, como por su asignación a distintos departamentos con enfoques de la materia diferenciados y, en ocasiones, aislados. Es por ello que para mejorar el aprendizaje se ha considerado necesario plantear una estrategia que permita lograr la adecuada coherencia entre los contenidos, los resultados de aprendizaje y las competencias adquiridas al final de los estudios. Para ello estamos trabajando en un Proyecto de Innovación Docente que tiene como objetivo trazar unas directrices comunes para articular y promover la coordinación y el rol del Taller en este título y en los dos Centros en que se imparte, la Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño y la Escuela Politécnica Superior de Alcoy.*

**Palabras clave:** *Taller de Diseño, Pensamiento de proyecto, coordinación docente, competencias taller, pensamiento práctico, aprendizaje activo.*

### **Introducción**

El Taller de diseño ha constituido en la historia de la formación en diseño, un eje vertebrador de los proyectos en el que se recogían las experiencias del aprendizaje más reales y personales. El taller se caracteriza por ser un contexto en el que se combinan aprendizajes que confluyen en el desarrollo de una cultura del diseño a partir de un modelo experiencial caracterizado por una aproximación “hands on” al Proyecto. Como apuntan algunos autores destaca en la docencia dentro del taller, la parte conversacional pues éste se desarrolla sobre conversaciones con uno mismo, con los docentes, con otros estudiantes y a través de imágenes, de objetos, materiales etc (López-León, 2017).

El modelo de curriculum tradicional de la formación en diseño, instaurado por la Bauhaus en los años 40 se mantiene hasta nuestros días. En dicho modelo se combinan en distinta proporción y con distinto énfasis la dimensión artística, científica y tecnológica, que se articulan de modo diferente en las escuelas de diseño e ingeniería del diseño. Es importante destacar en ambos casos, la atención permanente y la intrínseca relación establecida históricamente

entre el taller de diseño y la producción material de objetos tangibles. La expansión constante de la industrialización en el siglo pasado, justificaba la necesidad de productos que siempre eran aceptables desde un punto de vista cultural, social, práctico, económico y/o simbólico. En este orden de cosas tanto los aspectos estéticos como la ergonomía adquirieron un rol privilegiado en la actividad del proyecto de diseño de productos seriados materializados por las industrias fundamentadas en procesos mecánicos, eléctricos y/o electrónicos). Esta visión tecnicista en su propia estructura lógica fundamentaba la creencia de que con los medios, instrumentos, acciones y decisiones se alcanzaban los objetivos del diseño.

Sin embargo el shock de la producción industrial y medioambiental acaecido en las últimas décadas del siglo XX derivado de las políticas expansionistas y consumistas, ha tenido consecuencias devastadoras en el planeta que han modificado la visión de la sociedad en general y que precisan una reconsideración del escenario del diseño y exigen una transformación general de nuestra forma de vida (Puyuelo, Merino et al., 2009).

Se precisa desarrollar una visión filosófica del diseño para afrontar los retos que verdaderamente se plantean a los futuros diseñadores. Como apuntaba Moholy-Nagy en la Bauhaus de Chicago en los años 40 “[...] design is not a profession, but an attitude” (el diseño no es una profesión si no una actitud) y esto es lo que se requiere de nuevo, un compromiso con el proyecto de diseño como acción transformadora que envuelve intelecto, imaginación, sensibilidad y voluntad de acción.

Como apunta A. Findeli, esta podría ser la tarea fundamental del Taller de Diseño como materia en el contexto actual de la práctica del diseño: plantear un objetivo ideal a alcanzar en un futuro más o menos cercano. Experimentar un nuevo modelo que amplíe la visión del paradigma del diseño y en lugar de ciencia y tecnología, se proponga trabajar la percepción, la acción y su relación. Preparar y entrenar la inteligencia visual, la sensibilidad ética y la intuición estética (Findeli, 2001) para obtener resultados adecuados y consistentes por los estudiantes.

El contexto actual en el que se espera del diseño que actúe más que que haga..., incluso la visión sistémica está planteando que el resultado del diseño como artefacto, no es ya algo que puede darse por supuesto.

### **La innovación docente en la materia Taller de Diseño**

El contexto de cambios de la EEES supone un reto y una oportunidad para la implantación y mejora de las titulaciones en carreras técnicas, como el grado en Diseño Industrial y Desarrollo de Producto de la UPV en el que se está realizando este proyecto de innovación educativa de coordinación de materia y consecución de competencias.

A través de las tres asignaturas que componen el Taller de diseño, se plantea alcanzar una serie de competencias por medio de los objetivos de aprendizaje parciales en cada una de ellas. Este proyecto de innovación propone abrir un diálogo entre los docentes implicados en esta materia que permita actualizar el enfoque e incrementar la coherencia en el aprendizaje. Uno de los objetivos principales de este proyecto de innovación docente es asegurar unos resultados de aprendizaje comunes complementando sin solapar contenidos de asignaturas y dando sentido a las mismas, independientemente del área de conocimiento que lo imparte. Nos interesa una orientación próxima a la de los entornos personales de aprendizaje (PLE) donde las funciones comunes principales son : agregar, relacionar, crear, compartir y organizarse (Meza, Morales y Flores, 2016) y paralelamente, optimizar los recursos y esfuerzos del alumno.

La materia del Taller de Diseño tiene una relación directa con otras asignaturas de primer curso como son: Expresión Artística, Expresión Gráfica, Materiales y, Diseño Básico y Creatividad. El Taller de Diseño arranca en segundo curso y tiene como objetivo introducir al alumno de modo progresivo en la incorporación de técnicas y procesos de trabajo que lo vinculan con el proyecto de diseño, el análisis, la generación, la valoración y finalmente, la presentación de sus ideas. La forma de operar le acerca a la actividad proyectiva, el trabajo profesional y a desarrollar tanto su capacidad creativa como su espíritu crítico, desde el plano técnico, estético, compositivo y de relación con el medio como sistema articulado. En estos talleres es parte fundamental el trabajo profesor-alumno en la construcción del aprendizaje en el aula donde el profesor proporciona al alumno sistemas de retroalimentación que le introducen y preparan para su propia evaluación y el aprendizaje activo (Esteve, Portalés y Moreno, 2009).

El Taller inicia al alumno en el planteamiento y desarrollo de proyectos de diseño que van evolucionando en complejidad y exigencia de ejecución. Se van planteando desafíos y problemáticas en las que el alumno ha de explorar, investigar, cuestionar, tanto a nivel abstracto como a nivel práctico y generar alternativas de solución que añadan valor al sistema del que forman parte. La materia Taller tiene como competencias generales y transversales las siguientes:

- 08(G) Capacidad para la utilización de las técnicas de representación manuales e informáticas más adecuadas y para el uso de las tecnologías de comunicación avanzadas.
- 11(G) Capacidad para la innovación en el desarrollo de nuevas líneas, procesos, proyectos y productos.
- 14(G) Capacidad de comunicación en lenguajes formales, gráficos y simbólicos.
- 25(G) Capacidad para la elaboración, dirección y ejecución de proyectos que satisfagan las exigencias estéticas, técnicas y de seguridad.

Y como competencias transversales:

(04) Innovación, creatividad y emprendimiento.

(09) Pensamiento crítico y su aplicación

(12) Planificación y Gestión del tiempo.

La docencia de Taller permite fácilmente combinar la teoría con la investigación y la práctica o acción en un sistema que genera autonomía en el alumno y desarrollo del pensamiento proyectual y procedimental (08, 04, 09, 11...). El alumno experimenta cada etapa de su proyecto en un proceso de construcción y deconstrucción que suponen un ejercicio de evaluación y reflexión que favorece su pensamiento crítico y de superación (Vicenci, 2009). Paralelamente va adquiriendo una dinámica de planificación (11, 12,14...) en la que identifica las consecuencias de la organización de su trabajo y la importancia de la valoración en cada una de las fases previas.

Un aspecto clave también en el desarrollo de las asignaturas de Taller en la actualidad es el rol de las tecnologías de la información en el aula. En términos generales la evolución e integración de las tecnologías de la información en la formación de los estudiantes desde etapas previas, viene produciendo un aprendizaje caracterizado por un mayor dominio de éstas y un mayor protagonismo del individuo en su proceso formativo. Ello viene exigiendo del docente una mayor implicación y nuevas funciones en las que el profesor ha de «diseñar nuevas situaciones educativas» en torno a este nuevo perfil de alumno (Cabero & Marín, 2014). En este contexto el profesor pasa de ser un experto en los contenidos a mediador que facilita el aprendizaje.

En particular, la incorporación de las tecnologías de representación digital e impresión 3D constituyen instrumentos que están modificando el proceso de aprendizaje e ideación y también la formulación y construcción de determinados elementos de diseño. En la materia Taller el uso de estas tecnologías conlleva cambios sustanciales que determinan el proceso de ideación y la propia definición de algunas soluciones.

### **Metodología**

La metodología que se viene trabajando en este proyecto aún en curso, ha partido de un equipo amplio e interdisciplinar del equipo de trabajo que incluye la dirección del título y los miembros de las Comisiones Académicas del Título de los departamentos que imparten los talleres y el profesorado implicado en los mismos. En primer lugar, se ha abierto un debate entre todos los participantes sobre su enfoque, la relación con otras asignaturas, las principales problemáticas y las características del espacio de trabajo que está siendo trasladado y

unificado en un único Taller conjunto. También se han concretado tareas de recogida de evidencias por parte de los profesores y relativas a los resultados de aprendizaje en cada uno de los talleres.

La segunda fase del proyecto ha consistido en el análisis de las competencias de la materia en el conjunto del Plan de Estudios en cada uno de los centros y su organización en los tres cursos consecutivos en los que se despliega la materia desde segundo curso. Conviene señalar que en el momento coyuntural en que se encuentra este grado, se ha solicitado la modificación del plan de estudios incorporando las 13 competencias transversales de la UPV por lo que en el próximo curso, el mapa de competencias del título será resultado de esta modificación.

Se ha procedido a ordenar y estructurar las competencias de la materia en los distintos Talleres con el fin de asegurar su adquisición al finalizar la materia.

Seguidamente se han observado y comparado los programas y actividades (del presente curso) de las asignaturas Taller I, II y III en los dos centros y consensuado y correlacionado contenidos/actividades/competencias/evaluación.

En la tercera y última fase, se plantea seleccionar evidencias representativas de cada uno de los talleres relacionadas con su valoración y realizar una rúbrica de evaluación consensuada para cada curso. Finalmente se realizará un documento digital recogiendo todo el proceso y la información relativa a la progresión y competencias adquiridas en la materia taller.

## **Resultados**

Aunque los resultados de este proyecto de innovación educativa se encuentran aún en proceso, se prevé como principal resultado un documento guía de taller el próximo curso que permita mostrar una mapa de ruta de la formación en competencias del taller de diseño en este título.

Dado que la metodología del taller se contrapone con el método deductivo tradicional identificado por la reproducción de dogmas, problemas y respuestas seleccionados por el profesor y se fundamenta en el razonamiento inductivo, se aproxima al paradigma del activismo promotor de competencias, cuestiones, retos, práctica, creatividad y emprendimiento (Prince y Felder, 2007). Es por ello que se considera adecuado proponer la materia taller como núcleo de la innovación y eje de la formación en diseño y para ello deberán plantearse y definirse nuevos modelos de experimentación que, de modo progresivo, apunten a nuevos retos e integren de modo acorde los sistemas complejos actuales.

Como primer resultado se han enlazado los objetivos de la materia taller con las competencias que se adquieren en cada una de ellas de modo coordinado y articulado. Se facilita así la proposición e interpretación de actividades y tareas al profesorado y al alumno.

- Analizar los productos existentes en el mercado desde los puntos de vista de la función, producción, mantenimiento, sostenibilidad, contexto social, cultural y de diseño para todos. (Competencia 11G+25G).

-Diseñar un producto original que resuelva un problema existente en la sociedad o un briefing de una empresa concreta, desarrollándolo desde su conceptualización hasta su materialización a través de bocetos, dibujos, presentaciones y maquetas. (Competencia 8G+14G+04T).

- Presentar el producto mostrando el concepto, el desarrollo y resultado final, de forma oral, gráfica y a través de maquetas/prototipos. ( Competencia 8G+14G+04T).

También se ha procedido a articular las competencias y determinar las propias de cada uno de los talleres y aquellas que son comunes a los tres.

Tabla 1. Tabla Competencias materia Taller. Distribución y coordinación por asignaturas y cursos. Sombreado azul, las que se trabajan generales y transversales, gris las transversales que se incluirán en las generales y específicas y en naranja la que ha de incluirse en todos los talleres. Señaladas con asteriscos las propias de cada Taller.

		TALLER 1	TALLER 2	TALLER 3
46G	Capacitat crítica i analítica en l'àrea d'especialitat corresponent.		*	
14G	Capacidad de comunicación en lenguajes formales, gráficos y simbólicos.			
20G	Capacidad para la utilización de las herramientas e instrumentos necesarios para observar adecuadamente los sistemas objeto de estudio.			
21G	capacidad de identificación, formulación y resolución de problemas básicos de ingeniería o de arquitectura.	*		
06G	Capacidad para la evaluación, optimización y confrontación de criterios para la toma de edecisiones			
7G	Capacidad creativa y desarrollo de la imaginación en el ámbito de la ingeniería y la arquitectura.	*	*	*
8G	Capacidad para la utilización de las técnicas de representación manuales e informáticas mas adecuadas y para el uso de las tecnologías de comunicación			
11G	Capacidad para la innovación en el desarrollo de nuevas líneas, procesos, proyectos y productos.			*
23G	Adquisición de destreza gráfica y manual y visión espacial.			
25G	Capacidad para la elaboración, dirección y ejecución de proyectos que satisfagan las exigencias estéticas, técnicas y de seguridad.			
E29	Conceptos de Aplicaciones del Diseño.			
(04)	Innovación, creatividad y emprendimiento			
(09)	Pensamiento crítico			
(02)	Aplicación y pensamiento práctico			
(10)	Conocimiento de problemas contemporáneos			
(12)	Planificación y gestión del tiempo			

Fuente: Elaboración propia (2017)

En lo relativo a la obtención de evidencias que puedan servir de base para mostrar los niveles de los distintos talleres se recogerán ejemplos de proyectos y portafolios que ilustren la excelencia en cada uno de los cursos.

En lo que respecta a la evaluación se ha consensuado combinar los siguientes sistemas de evaluación que variarán su peso ponderado en los distintos cursos:

Observación: Valoración del análisis, reflexión y resolución de problemas planteados en las prácticas y proyectos, que el alumno lleve a cabo durante el desarrollo de las sesiones de la asignatura (valoración 20%).

Proyecto: el alumno desarrollará proyectos prácticos basados en el diseño de productos y de elaboración de modelos bajo los conceptos desarrollados en la asignatura (valoración 50%).

Portafolio: el alumno elaborará el material documental necesario para reflejar el trabajo realizado durante el curso. Se valorará la presentación, la calidad de la información y la documentación generada (valoración 30%).

## **Conclusiones**

Es evidente que en el taller se produce un diálogo único entre docentes y estudiantes basado en descripciones, explicaciones, preguntas y sugerencias, en el que se crea un clima de aprendizaje en un contexto del saber hacer, en el que el estudiante muestra directamente la adquisición de las competencias propuestas. El estudiante tienen ante sí la posibilidad de proveerse de información directa de vocabulario técnico, de sus fortalezas, implicaciones, limitaciones, contenido disciplinar, significados, hipótesis y de la argumentación de los proyectos.

Comprender el diseño como parte de un sistema complejo de interrelaciones y subsistemas que responden a lógicas muy diversas que funcionan y evolucionan es parte fundamental del taller actual y del desarrollo de la inteligencia visual, a la que apuntan los autores mencionados con anterioridad. Generar una dinámica en la que el alumno tome conciencia de que los elementos producidos por el hombre, la naturaleza, la sociedad o el mundo de los símbolos, todos interactúan entre sí y que él mismo penetra como diseñador y es parte del propio sistema al que ha de contribuir con sus aportaciones.

Como apuntaba Manzini, si no queremos que el diseño se convierta en una rama del desarrollo de producto, el marketing o el fetichismo tecnológico (“a branch of product development, marketing communication, and technological fetishism”), es necesario tomar conciencia de la necesidad de dejar atrás una actitud reactiva en la que el docente realiza las propuestas de diseño y marca la pauta del trabajo del alumno. La materia Taller como eje vertebrador del proyecto en este grado, debe ir apostando progresivamente en los distintos talleres de diseño en los tres cursos consecutivos, por una actitud PROACTIVA a través del currículo lo que dará lugar a nuevos escenarios del diseño en el futuro.

Puyuelo, M., Val, M., Esteve, Ch., González, E., March, E., Aparisi, J. y Valor, M.

Confiamos en que este proyecto de innovación docente contribuirá a través de la reflexión y puesta en común, a trabajar en esta dirección en el desarrollo del perfil de los futuros profesionales del diseño.

### **Agradecimientos**

Este proyecto, *Integración y coordinación de la materia taller de diseño como fundamento de la adquisición de competencias en el grado de ingeniería en diseño industrial y desarrollo de productos de la UPV* cuenta con el apoyo como Proyecto de Innovación y Mejora Educativa en la convocatoria 2017-2018 (Ref B06) de la Universitat Politècnica de València.

### **Referencias**

- López-León, R. (2017). *Aspectos contextuales en la formación de diseñadores: comprender el taller de diseño*. ArDin. Arte, Diseño e Ingeniería, Aguas Calientes, Mexico 6., 46-62 pp.
- Findeli A., (2001). *Rethinking Design Education for the 21st Century: Theoretical, Methodological, and Ethical Discussion*, Design Issues: Volume 17, Number 1. 1-13 pp 7, pp13.
- Puyuelo, M., Merino, L., Latre, V., Fernández, N. y Puyo, C. (2009). Retos del Diseño – *Design Challenges. Ciencia, ética y estética en el proyecto de diseño*. Ed. Universitat Politècnica de València. 24 pp.
- Meza, J.M., Morales, M.E., Flores, R.M.(2016), *Diseño e implementación de un Taller en Línea sobre entornos personales de Aprendizaje Design and Implementation of an online Workshop on Personal Learning Environments*. Pixel-Bit. Revista de Medios y Educación. N° 49, Universidad Nacional Autónoma de Mexico. 75 pp.
- Esteve, C., Portalés A. y Moreno, R. (2009). *El Portafolio del estudiante: Una herramienta de aprendizaje activo*. 17 Congreso universitario de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas, ETSID Universitat Politècnica de València pp 123.
- Vicenzi, A. (2009). *La práctica educativa en el marco del aula taller*. Revista de Educación y Desarrollo, Ed Secretaria Pedagógica de la Universidad Abierta Interamericana. Argentina.



## Diseño y evaluación de un laboratorio virtual para visualizar en 3D el gradiente y la derivada direccional en un campo escalar bidimensional

Vanesa P. Cuenca-Gotor<sup>a,b</sup>, Marcos H. Giménez<sup>a,c</sup>, José A. Gómez-Tejedor<sup>a,d</sup>, Juan A. Monsoriu<sup>a,e</sup>, Isabel Salinas<sup>a,f</sup> y Juan A. Sans<sup>a,g</sup>

<sup>a</sup>ETS de Ingeniería del Diseño, Universitat Politècnica de València, <sup>b</sup>vacuego@fis.upv.es, <sup>c</sup>mhgimene@fis.upv.es, <sup>d</sup>jogomez@fis.upv.es, <sup>e</sup>jmonsori@fis.upv.es, <sup>f</sup>isalinas@fis.upv.es y <sup>g</sup>juasant2@upvnet.upv.es

---

### Abstract

*The development of multimedia tools to facilitate student learning has meant a great advance in educational methodologies. The great reception of these methods by students has meant an increase in their involvement, since they are more motivated. Furthermore, these methodologies increase the learning of the subject. In particular, the use of virtual laboratories allows the student to analyze the object of learning by himself. In this paper we present an applet that shows the 2D and 3D representation of a two-dimensional scalar field, and enables the calculation of the gradient at each point. Finally, this work also refers to the development of transversal competences by means of this virtual laboratory.*

**Keywords:** *Virtual laboratory, Physics, Easy Java, scalar field, gradient, directional derivative, transversal competences.*

---

### Resumen

*El desarrollo de herramientas multimedia para facilitar el aprendizaje de los estudiantes ha significado un gran avance en las metodologías de la educación. La gran recepción de estos métodos por parte de los alumnos ha supuesto no solo un aumento de la implicación de éstos, al sentirse más motivados, sino también el consecuente incremento del aprendizaje y la interiorización de la materia. En particular, el uso de laboratorios virtuales permite al alumno, por sí mismo, explorar el objeto de aprendizaje. En este trabajo se presenta un applet que muestra la representación 2D y 3D de un campo escalar bidimensional permitiendo el cálculo del gradiente en cada*

*Diseño y evaluación de un laboratorio virtual para visualizar en 3D el gradiente y la derivada direccional en un campo escalar bidimensional*

*punto. Finalmente, también se trata sobre las competencias transversales complementarias desarrolladas por los alumnos al utilizar este recurso.*

**Palabras clave:** *Laboratorio virtual, Física, Easy Java, campo escalar, gradiente, derivada direccional, competencias transversales.*

## **Introducción**

Actualmente, las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TICs) ofrecen un abanico muy amplio de posibilidades para la modelización y simulación digital de todo tipo de fenómenos físicos. La interactividad que proporcionan está en sintonía con las corrientes pedagógicas constructivistas (Duffy, 1992), centradas en el estudiante, quien debe construir su cuerpo de conocimientos con la ayuda del profesor (Jimoyainni, 2001). En este sentido, numerosas investigaciones llevadas a cabo en distintos niveles educativos han mostrado las ventajas de procesos del aprendizaje basados en simulaciones digitales (Vidaurre, 2002).

En este contexto, las simulaciones digitales interactivas a partir de entornos virtuales tridimensionales son una herramienta que ofrece gran potencial para la transmisión de conocimientos científicos. Con ellas podemos representar fenómenos físicos con la suficiente verosimilitud de forma que el concepto que subyace en ellos surja con total nitidez. Una posterior integración de su modelo matemático posibilitará un mayor afianzamiento del conocimiento del concepto, y servirá de enlace con el campo de las aplicaciones. Además, permiten que el estudiante forme parte activa del proceso de enseñanza-aprendizaje ya que pone en sus manos medios con los que puede modificar las variables de entrada que intervienen, analizando su influencia en los resultados finales (Depcick, 2005).

En este trabajo presentamos el laboratorio virtual VISUALIZADOR DEL GRADIENTE Y LA DERIVADA DIRECCIONAL EN UN CAMPO ESCALAR BIDIMENSIONAL. El *applet* permite que el usuario seleccione un campo escalar bidimensional entre varios disponibles, mostrándolo interactivamente en sendas representaciones 2D y 3D. La representación 2D muestra también su gradiente. Adicionalmente, el usuario puede arrastrar un círculo y un cuadrado que determinan un punto y una dirección. El laboratorio dispone de un visor que muestra la correspondiente sección de la representación 3D, permitiendo visualizar la derivada direccional.

## **Objetivos**

Mediante sendas representaciones 2D y 3D de un campo escalar bidimensional, se pretende que los alumnos entiendan mejor este tipo de campos, así como los conceptos de gradiente y derivada direccional. En particular, los principales objetivos que el alumno puede alcanzar mediante la utilización de este laboratorio virtual son:

*26 Congreso Universitario de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas (2018)*

- Visualizar campos escalares bidimensionales y su gradiente.
- Comprobar que la derivada direccional depende tanto del punto como de la dirección.
- Verificar que el gradiente en un punto indica la dirección de la máxima pendiente en ese punto, y que su módulo es el valor de dicha pendiente.
- Comprobar que la derivada direccional en un punto y dirección determinados se obtiene multiplicando escalarmente el gradiente en el punto por el vector unitario de la dirección.

Estos objetivos se alcanzan tanto con la ayuda del profesor en el aula, como mediante un aprendizaje autónomo del alumno fuera de clase, trabajando así algunas de las competencias transversales establecidas por la Universitat Politècnica de València (UPV), como son: comprensión e integración; aplicación y pensamiento práctico; análisis y resolución de problemas; pensamiento crítico; y aprendizaje permanente.

## Metodología

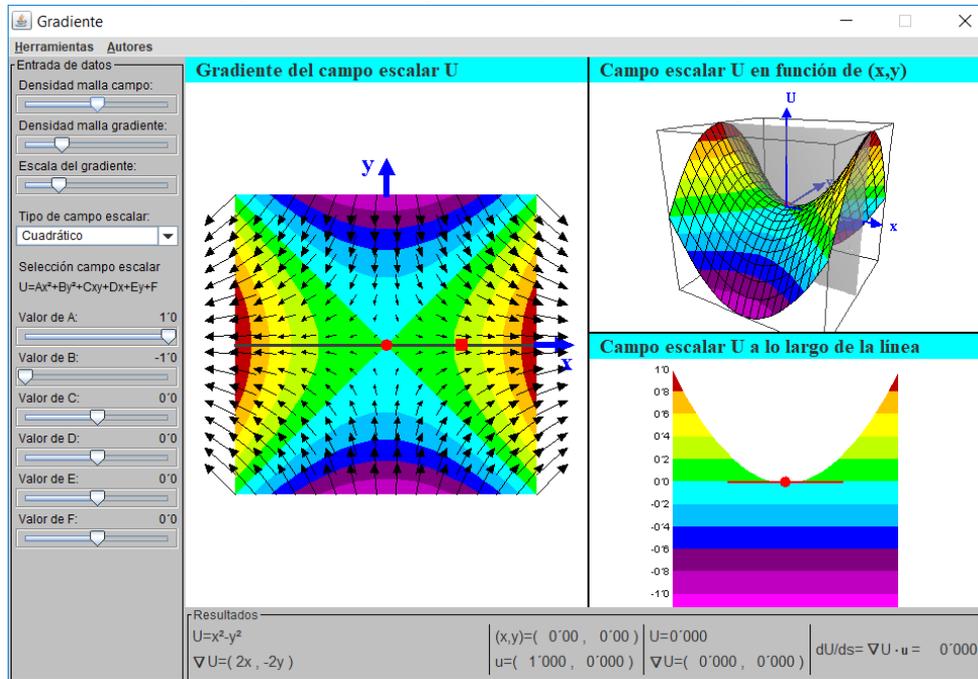
Para alcanzar los objetivos descritos anteriormente, se ha desarrollado el laboratorio virtual VISUALIZADOR DEL GRADIENTE Y LA DERIVADA DIRECCIONAL EN UN CAMPO ESCALAR BIDIMENSIONAL mediante la herramienta EASY JAVA SIMULATIONS, que se distribuye gratuitamente bajo la licencia de código abierto GNU GENERAL PUBLIC LICENSE. Dicha herramienta facilita el desarrollo de aplicaciones basadas en el lenguaje de programación Java.

En el panel izquierdo de la interfaz, *Entrada de datos*, se dispone de la lista desplegable *Tipo de campo escalar* para escoger entre dos funciones paramétricas: *Cuadrático* ( $U(x,y) = Ax^2 + By^2 + Cxy + Dx + Ey + F$ ), como el que aparece en la Figura 1; y *Sinoidal* ( $U(x,y) = A \sin(B\pi x) + C \sin(D\pi y)$ ), como el de la Figura 2. Las deslizaderas situadas bajo la lista permiten modificar interactivamente los valores de los diferentes parámetros. El panel incluye otras deslizaderas cuyas funciones se exponen más adelante.

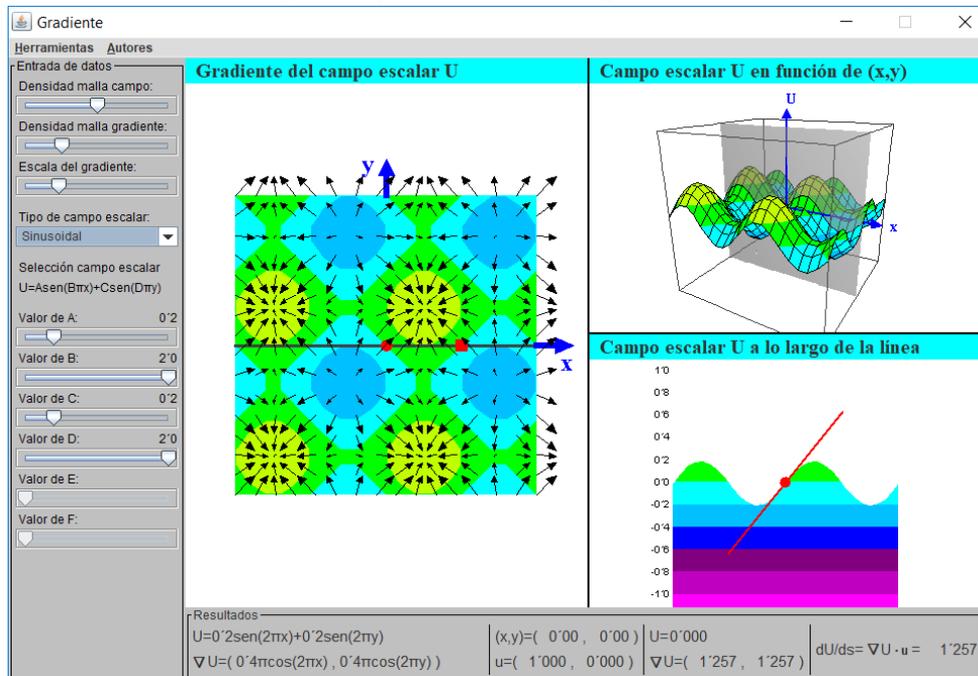
La interfaz incluye tres visores, *Gradiente del campo escalar U*, *Campo escalar U en función de (x,y)*, y *Campo escalar U a lo largo de la línea*. En el segundo de ellos se representa verticalmente el campo escalar bidimensional, que en el ejemplo de la Figura 1 aparece como un paraboloides hiperbólico. Las bandas de colores representan intervalos (de longitud 0,2 unidades, salvo el primero y el último, que son  $(-\infty, -1)$  y  $(1, \infty)$  respectivamente), y las líneas que las delimitan son curvas de nivel del campo escalar. Arrastrando el ratón sobre el visor, el usuario puede modificar interactivamente el punto de vista de la perspectiva.

*Diseño y evaluación de un laboratorio virtual para visualizar en 3D el gradiente y la derivada direccional en un campo escalar bidimensional*

**Figura 1** Aspecto inicial de la aplicación representando un campo cuadrático



**Figura 2** Representación de un campo sinusoidal



El visor principal, *Gradiente del campo escalar  $U$* , muestra en planta la superficie  $U(x,y)$ , que aparece por tanto como un plano topográfico. La resolución, tanto de esta planta como de la perspectiva, se controla mediante la deslizadera *Densidad malla campo* en el panel *Entrada de datos*. Aumentando esta densidad se mejora la calidad de la visualización, pero también se ralentiza la respuesta a las acciones del usuario dependiendo de la potencia del equipo utilizado.

El visor principal muestra mediante flechas el gradiente del campo escalar en los vértices de una malla rectangular, cuya densidad se puede modificar mediante la deslizadera *Densidad malla gradiente*. Para facilitar la visualización, puede variarse la escala de las flechas mediante la deslizadera *Escala del gradiente*.

El tercer visor, *Campo escalar  $U$  a lo largo de la línea*, muestra la sección de  $U(x,y)$  a lo largo de la línea gris que aparece en el visor principal. Dicha línea cuenta con dos asas interactivas que el usuario puede arrastrar con el ratón: un círculo rojo que permite seleccionar un punto  $(x,y)$  cualquiera dentro de los límites de la representación, y que desplaza con él la línea; y un cuadrado rojo que la hace girar, permitiendo por tanto cambiar la orientación de la sección representada. Tanto el plano de corte como la ubicación del círculo rojo se muestran también, en tiempo real, en la perspectiva del visor *Campo escalar  $U$  en función de  $(x,y)$* . Conviene destacar que, si se mantiene pulsada la tecla X mientras se arrastra un asa, su desplazamiento se restringe a esa dirección. La tecla Y opera de forma equivalente.

En el visor de la sección se incluye también el círculo rojo, acompañado aquí de una línea recta roja tangente a la curva, cuya pendiente representa por tanto la correspondiente derivada direccional. De esta forma, el usuario puede desplazar el cuadrado rojo en el visor principal, y comprobar así tanto que la pendiente máxima se alcanza en la dirección y sentido del gradiente, como que con la orientación perpendicular la tangente es horizontal.

La interfaz del laboratorio virtual incluye en su parte inferior el panel *Resultados*. Aquí se muestran tanto la expresión del campo escalar  $U$  (determinado por la lista desplegable y las deslizaderas mencionadas anteriormente), como la de su gradiente  $\nabla U$  (como el resto de vectores,  $\nabla$  aparece en la interfaz en negrita, y no como  $\vec{\nabla}$ , debido a que la herramienta de desarrollo no permite colocar flechas sobre los caracteres). A continuación aparecen las coordenadas del punto rojo ya mencionado, el vector unitario asociado a la orientación de la sección, y los correspondientes valores del campo, el gradiente y la derivada direccional. Toda esta información se actualiza en tiempo real, tanto al modificar el tipo de campo o sus parámetros, como mientras el usuario desplaza las asas interactivas que determinan el punto y orientación analizados.

Por último, el menú *Herramientas*, permite recuperar la perspectiva inicial (*Restaurar vista 3D*) o devolver la simulación a su estado inicial (*Reiniciar*).

## **Resultados**

### **Método de evaluación**

Con el objetivo de valorar la influencia del uso del laboratorio virtual VISUALIZADOR DEL GRADIENTE Y LA DERIVADA DIRECCIONAL EN UN CAMPO ESCALAR BIDIMENSIONAL sobre el aprendizaje de los alumnos, durante el presente curso académico (17/18) se han elegido dos grupos de control. Los dos grupos pertenecen al primer curso de dos títulos de grado de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño (ETSID) de la UPV y a dos asignaturas en las que figura en sus programas el tema de “Teoría de Campos: Gradientes y Derivadas Direccionales”. En el grupo de la asignatura “Física Básica” del grado en Ingeniería Eléctrica se ha impartido el tema utilizando el laboratorio virtual, mientras que en la asignatura “Complementos de Física” del grado en Ingeniería Mecánica se ha impartido de forma clásica.

Para poder analizar el efecto del uso del laboratorio virtual sobre el rendimiento académico de los estudiantes se han realizado unas pruebas de respuesta numérica abierta.

Los alumnos de la asignatura “Física Básica” tenían una mínima base previa sobre el tema de Gradientes por lo que, una vez explicado, se realizó un examen en línea mediante la plataforma POLIFORMAT para valorar su aprendizaje. Los alumnos de “Complementos de Física” ya lo habían estado trabajando en la asignatura “Matemáticas”, por lo que únicamente se efectuó un repaso centrado en los conceptos fundamentales antes de la realización del ejercicio escrito.

Asimismo, para conocer cuál ha sido el grado de satisfacción del alumno respecto de la utilización del laboratorio virtual se ha realizado una encuesta anónima a los alumnos de “Física Básica”. La encuesta plantea ocho cuestiones y las respuestas son valoradas con cinco niveles (TDA: totalmente en desacuerdo; DA: en desacuerdo; IND: indiferente; A: de acuerdo; TA: totalmente de acuerdo).

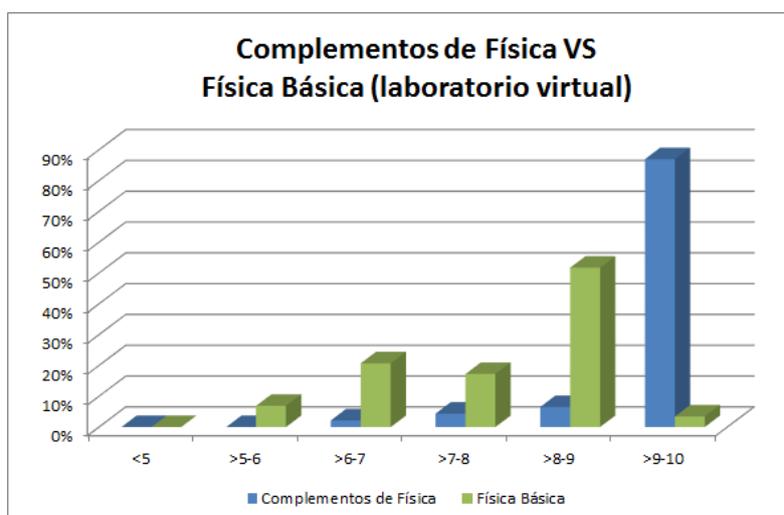
### **Test de rendimiento académico**

En primer lugar, al comparar los resultados obtenidos en las pruebas realizadas, encontramos que el valor medio de las puntuaciones obtenidas es dispar, habida cuenta del diverso nivel de conocimientos de partida. Los alumnos de la asignatura “Física Básica” han obtenido una nota media de 7,82 con una desviación estándar de 1,16, mientras que en el caso de “Complementos de Física” la correspondiente nota media ha sido de 9,45 con una desviación estándar de 0,78.

La mayor parte de los alumnos de ambas asignaturas ha obtenido una calificación entre 8 y 10 (Figura 3). Aun siendo inferior el porcentaje de alumnos de “Física Básica” cuya nota está en esta horquilla, sus resultados están cerca de equipararse con los óptimos obtenidos

por los de “Complementos de Física”, que ya han cursado la materia previamente en la asignatura “Matemáticas”, con una mayor profundidad y durante más tiempo. Cabe destacar que el tiempo de duración de la explicación del tema de Gradientes, con el apoyo del laboratorio virtual, y centrado en su aplicación física, no ha excedido la hora y media.

**Figura 3 Representaciones gráficas del porcentaje de alumnos que han obtenido una determinada calificación en los exámenes de cada uno de los grupos**



### **Encuesta de opinión**

La encuesta se ha realizado en el grupo de estudiantes que ha utilizado el laboratorio virtual. En la Tabla 1 se muestran las preguntas y las respuestas obtenidas sobre una muestra de 25 alumnos.

Las respuestas de las cuestiones que están relacionadas con la manejabilidad del laboratorio virtual nos dicen que más del 56% de los estudiantes exploró las opciones que esta herramienta ofrece (Q6), y el 64% encontró que el manejo del laboratorio virtual era intuitivo y sencillo (Q2).

La percepción del estudiante sobre la mejoría experimentada en la comprensión del tema de Gradientes, después de haber utilizado el laboratorio virtual, es también muy positiva ya que el 80% manifiesta haber mejorado (Q4).

Dada la importancia de la utilidad de la herramienta en el proceso de aprendizaje se analiza la pregunta Q1, que está vinculada con este factor. En la Figura 4 se muestra mediante un gráfico qué porcentaje de los estudiantes ha respondido en cada uno de los cinco niveles utilizados para valorar la pregunta. Observamos que un porcentaje muy elevado, el 88%, ha

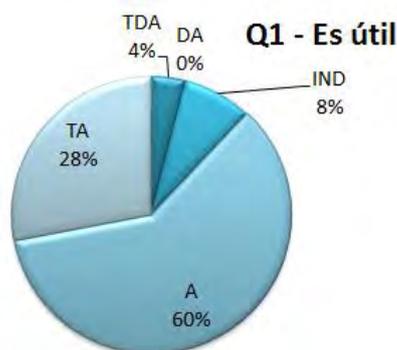
*Diseño y evaluación de un laboratorio virtual para visualizar en 3D el gradiente y la derivada direccional en un campo escalar bidimensional*

encontrado más útil la utilización del laboratorio frente a un 12% que, o bien no lo ha considerado así en absoluto, 4%, o no ha apreciado diferencia, 8%.

**Tabla 1. Preguntas y resultados de la encuesta de opinión**

PREGUNTA		TDA	DA	IND	A	TA
Q1	Me ha resultado útil el laboratorio virtual de "Visualizador del gradiente y la derivada direccional en un campo escalar bidimensional".	1	0	2	15	7
Q2	Me ha resultado fácil e intuitivo el manejo del laboratorio virtual de "Visualizador del gradiente y la derivada direccional en un campo escalar bidimensional".	1	1	7	10	6
Q3	En general, mi nivel de comprensión de los conceptos antes de utilizar el laboratorio de "Visualizador del gradiente y la derivada direccional en un campo escalar bidimensional" era bueno.	1	5	5	9	5
Q4	Mi nivel de comprensión de los conceptos después de utilizar el laboratorio virtual "Visualizador del gradiente y la derivada direccional en un campo escalar bidimensional" ha mejorado respecto a mi nivel previo.	0	1	4	12	8
Q5	Me resulta más motivador repasar el tema de gradientes y derivadas direccionales utilizando el laboratorio virtual de "Visualizador del gradiente y la derivada direccional en un campo escalar bidimensional", que revisar comentarios aportados por el profesor (apuntes, notas, diapositivas...)	0	2	5	6	12
Q6	Cuando he utilizado el laboratorio virtual de "Visualizador del gradiente y la derivada direccional en un campo escalar bidimensional" he explorado muchas de las opciones que ofrece.	0	2	9	8	6
Q7	Mi valoración general del laboratorio virtual de "Visualizador del gradiente y la derivada direccional en un campo escalar bidimensional" es buena.	0	1	5	11	8
Q8	El laboratorio de "Visualizador del gradiente y la derivada direccional en un campo escalar bidimensional" ha contribuido a mejorar mi habilidad para analizar y resolver problemas.	1	0	6	11	7

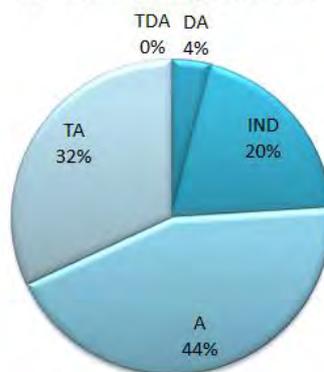
**Figura 4** Representación gráfica del porcentaje de alumnos que ha respondido en cada uno de los cinco niveles de la pregunta Q1.



La pregunta Q7 da respuesta a la valoración general del laboratorio. Como se puede observar en el gráfico de la Figura 5, la valoración de los alumnos es muy positiva ya que el 76% está de acuerdo o totalmente de acuerdo con la afirmación de que es bueno.

**Figura 5** Representación gráfica del porcentaje de alumnos que ha respondido en cada uno de los cinco niveles de la pregunta Q7

#### Q7 - La valoración general es buena



#### Competencias transversales

Este laboratorio proporciona a los estudiantes los medios para desarrollar su propia comprensión sobre el tema de “Teoría de Campos: Gradientes y Derivadas Direccionales”. El profesor actúa como guía, proporcionando a los estudiantes las herramientas y mostrándoles las diferentes formas en que pueden aplicarse al proceso de aprendizaje. De este modo, el laboratorio virtual que presentamos sirve de herramienta para la obtención de varias competencias transversales clave de las COMPETENCIAS TRANSVERSALES

*Diseño y evaluación de un laboratorio virtual para visualizar en 3D el gradiente y la derivada direccional en un campo escalar bidimensional*

UPV, que ayudarán al alumno a tener una formación más completa para su futuro profesional. El estudiante debe:

- Demostrar la comprensión e integración de los conocimientos, tanto en la propia especialización como en otros contextos más amplios (CT1-Comprensión e Integración).
- Aplicar los conocimientos a la práctica, atendiendo a la información disponible y estableciendo el proceso a seguir para alcanzar los objetivos con eficacia y eficiencia (CT2-Aplicación y Pensamiento Práctico).
- Realizar tareas que requieren procesos de razonamiento más o menos complejos y, en muchos casos, no simplemente una acción asociativa y de rutina. También debe identificar y definir los elementos significativos de un problema para su análisis y resolución efectivos (CT3-Análisis y Resolución de Problemas).
- Desarrollar un pensamiento crítico, interesado en las bases sobre las que se basan las ideas, acciones y juicios, tanto propios como ajenos. Esto implica cuestionar las suposiciones que subyacen a nuestras formas habituales de pensar y actuar (CT9-Pensamiento Crítico).
- Utilizar el aprendizaje de manera estratégica, autónoma y flexible, para manipular el conocimiento, actualizarlo y seleccionar lo que es apropiado para un contexto específico en función del objetivo perseguido (CT11-Aprendizaje Permanente).

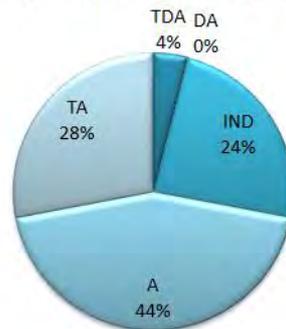
Con la explicación del profesor, tanto sobre el tema de “Teoría de Campos: Gradientes y Derivadas Direccionales” como sobre el funcionamiento del *applet*, el alumno adquiere un conocimiento básico que desarrolla después con el uso propio del laboratorio virtual. El trabajo autónomo facilita la comprensión e integración de los conceptos (CT1), permitiendo la aplicación de los conocimientos adquiridos a la práctica (CT2) y, posteriormente, a la resolución de problemas de manera eficaz (CT3).

El uso de los laboratorios virtuales estimula al alumno a plantearse cuestiones sobre la realidad de los conceptos físicos e interesarse por los fundamentos de la materia estudiada (CT9). Esta herramienta le ayuda a buscar la generación de nuevas soluciones, evitando el acto de reproducir de manera rutinaria soluciones ya conocidas, y facilitando su formación como profesional reflexivo (CT11).

El estudiante debe prepararse para enfrentar situaciones complejas acomodando los recursos disponibles. El uso de estas herramientas (laboratorios virtuales) promueve la autonomía y la iniciativa. El estudiante aprende y aplica conocimientos y habilidades de manera autónoma, y de esta forma mejora su capacidad de analizar y resolver problemas (Figura 6).

Figura 6 Representación gráfica del porcentaje de alumnos que ha respondido en cada uno de los cinco niveles de la pregunta Q8

**Q8 - Mejora la capacidad de analizar y resolver problemas**



### Conclusiones

El desarrollo de un laboratorio virtual sobre el tema de gradientes y derivadas direccionales ha demostrado ser una herramienta muy útil para incrementar el aprendizaje de los alumnos. Las competencias transversales adquiridas por el uso de este método lo son en mayor grado que mediante la metodología clásica.

### Agradecimientos

Los autores desean agradecer al Instituto de Ciencias de la Educación de la Universitat Politècnica de València (ICE-UPV) su apoyo en los grupos de innovación docente MoMA y e-MACAFI, y por subvencionar el proyecto PIME/2017/B/026. J.A. Sans agradece al programa Ramón y Cajal la financiación y al Instituto de Diseño para la Fabricación y Producción Automatizada (IDF-UPV) por su apoyo.

### Referencias

- Duffy T., Jonassen D. (1992) *Constructivism and the technology of instruction*. Hillsdale, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates. 232 pp.
- Jimoyainni A., Komis V. (2001). Computer simulations in physics teaching and learning. *Computers & Education*, 36, 183-204.
- Vidaurre A., Riera J., Giménez M.H., Monsoriu J.A. (2002). Contribution of digital simulation in visualizing physics processes. *Computer Applications in Engineering Education*, 10(1), 45-49.
- Depcik C., Assanis D.N. (2005). Graphical user interfaces in an engineer in educational environment. *Computer Applications in Engineering Education*, Vol. 13, 48-59.

*Diseño y evaluación de un laboratorio virtual para visualizar en 3D el gradiente y la derivada direccional en un campo escalar bidimensional*

Giménez Valentín M.H., Salinas Marín I., Monsoriu Serra J.A. (2009). *Visualizador del gradiente y la derivada direccional en un campo escalar bidimensional*. <<http://hdl.handle.net/10251/5121>> [Consulta: 13 de marzo de 2018].

*Easy Java Simulations*. <<http://fem.um.es/Ejs/>> [Consulta: 13 de marzo de 2018].

GNU *General Public License*. <<http://www.gnu.org/copyleft/gpl.html>> [Consulta: 13 de marzo de 2018].

PoliformaT. <<https://poliformat.upv.es/>> [Consulta: 24 de marzo de 2018].

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA. *Competencias Transversales UPV* (2012). <<http://www.upv.es/contenidos/COMPTRAN/>> [Consulta: 23 de marzo de 2018]



## La ludificación como herramienta de motivación en la asignatura bilingüe Waves and Electromagnetism

Montserrat Rivas Ardisana<sup>a,\*</sup>, Pablo Álvarez Alonso<sup>a</sup> y Pedro Gorria Korres<sup>a</sup>

<sup>a</sup>Departamento de Física & IUTA, EPI, Universidad de Oviedo, 33203 Gijon, Spain. \*email: rivas@uniovi.es

---

### **Abstract**

*The aim of this project is twofold: finding an efficient tool to evaluate the previous knowledge of the students and motivating them to work on the subject after the classes. With this idea in mind, we have initiated the gamification of the course “Waves and Electromagnetism” for first year students (bilingual degree) of the Engineering Polytechnic School of the University of Oviedo.*

*Several factors hinder the adequate performance of the students: inherent difficulty of the abstract concepts of the matter, the language barrier (the course is taught in English), the weak assimilation of previous necessary knowledge, and the allocation of the course in the second term, which leads to the exhaustion of the students and early demotivation.*

*The gamification experience is implemented with the professional on-line platform Game Training. The designed competition, named ENGGame, consists of questions that the player must answer to get points through a duel system, either against other players (challenge) or against the machine (training). The application provides information and statistics about the performance of the overall or individual players, classified by topics and days, which allow analyzing the difficulty and learning evolution in terms of correct and incorrect answers and answering time. The results of the first phase and improvement proposals are given in this paper.*

**Keywords:** gamification, game, challenge, online training.

---

### **Resumen**

*El objetivo de este proyecto es doble: hallar una herramienta eficiente para evaluar los conocimientos previos de los estudiantes y motivarlos a trabajar en la asignatura fuera del aula. Para ello, se ha iniciado la ludificación de la asignatura “Ondas y Electromagnetismo” del primer curso (grado bilingüe) de la Escuela Politécnica de Ingeniería de la Universidad de Oviedo.*

*Hay varios factores que reducen el rendimiento de los estudiantes: la dificultad inherente de los conceptos abstractos de la materia, la barrera del idioma (la asignatura se imparte en inglés), una pobre asimilación de los contenidos de cursos previos y la situación de la asignatura en el segundo semestre, lo que lleva al agotamiento y la desmotivación temprana.*

*La experiencia de gamificación se ha implementado mediante la herramienta profesional online Game Training. La competición, llamada ENGame, consiste en preguntas que los jugadores deben responder mediante un sistema de duelo, bien contra otros jugadores (mediante el reto) o contra la máquina (entrenamiento). La aplicación informática provee información y estadísticas de los logros individuales o de conjunto, clasificados por temas y días, lo cual permite analizar la dificultad y la evolución del aprendizaje en base a preguntas correctas e incorrectas y al tiempo de respuesta. En este artículo se analizan los resultados de la primera fase.*

**Palabras clave:** gamificación, juego, reto, entrenamiento on-line.

### **Introducción**

*Waves and Electromagnetism (Ondas y Electromagnetismo) es una asignatura encuadrada en el primer semestre del primer curso en los grados de ingeniería de la Universidad de Oviedo. Dado que es una asignatura básica para las de asignaturas de cursos superiores, es muy importante que el alumnado adquiriera una comprensión y un conocimiento sólidos de la materia. Tiene una carga lectiva presencial de 31 horas de clases expositivas, 14 de prácticas de aula y 9 de prácticas de laboratorio, mientras que las horas que los alumnos han de dedicar a actividades no presenciales de trabajo en grupo y trabajo individual son 16 y 76 horas respectivamente. Dado su amplio temario y la dificultad del tratamiento matemático de la materia, esta asignatura ha venido siendo clasificada como de bajo rendimiento en varios grados. Siendo conscientes de que esto puede llevar al fracaso académico y a la expulsión del sistema universitario a un buen número de alumnos, consideramos altamente recomendable reforzar el aprendizaje fuera del aula, que oficialmente supone un porcentaje del 63% de los créditos de la asignatura.*

Con este fin proponemos un proyecto de ludificación de la asignatura en los dos grupos de inglés de la Escuela Politécnica de Ingeniería, que consiga motivar al alumnado para adquirir los conceptos esenciales, fomentando tanto el aprendizaje significativo como la coordinación y colaboración de los estudiantes en tareas no presenciales.

Las estrategias de enseñanza basadas en videjuegos de tipo instructivo han probado ser eficientes en educación primaria y secundaria. Las experiencias en enseñanza superior universitaria, si bien escasas hasta la fecha, crecen a un ritmo frenético perfectamente comprensible dados los retos y oportunidades que ofrece nuestra actual “sociedad digital”. Naturalmente el ámbito de las enseñanzas técnicas y científicas suponen necesidades y estreñimientos específicos ya que la mayoría de las competencias y habilidades objetivo no se memorizan mediante una práctica repetitiva, si no que requieren del entrenamiento de los procesos de reflexión.

El análisis de casos prácticos, como el que los autores ofrecen en este artículo, es aplicable a muchas asignaturas de las carreras técnicas y científicas. En todas ellas son comunes las técnicas de enseñanza-aprendizaje clásicas y en todas nos enfrentamos a retos similares.

Los objetivos específicos del proyecto: (1) motivar al alumnado de la asignatura Ondas y Electromagnetismo a adquirir conocimientos propios de la asignatura y competencias transversales utilizando elementos del juego; (2) impulsar la coordinación y colaboración de los estudiantes para lograr el aprendizaje de contenidos y competencias; (3) proporcionar a los alumnos información adicional online sobre las preguntas motivando así su exploración sobre la materia; (4) obtener resultados estadísticos sobre los conocimientos adquiridos y el esfuerzo invertido por los alumnos a lo largo del curso mediante el juego y (5) mejorar la evaluación personalizada.

Para lograr el objetivo de este proyecto, el equipo de profesores, autores de este artículo, han coleccionado una serie de preguntas que permitan evaluar las preconcepciones del alumnado y los contenidos curriculares, así como una serie de recursos virtuales que les ayuden en el estudio, como glosarios, apuntes, exámenes previos, enlaces a recursos multimedia en red y propuestas de experimentos *DIY*. Aprovechando el uso tan extendido de los dispositivos electrónicos, se ha utilizado la herramienta on-line de teleformación Gametraining, que permite combinar juegos de entrenamiento (juego individual contra la máquina) y competitivos (mediante reto a otro jugador). La herramienta permite así mismo los retos colaborativos (entre equipos formados por estudiantes o entre grupos de ambas aulas), que se aplicarán en la segunda fase del proyecto. Se ha creado un sistema de recompensas mediante la obtención de insignias digitales que certifican la adquisición de ciertos conocimientos o competencias y puntos extra en el examen para los mejor clasificados.

Para evaluar el proyecto, la aplicación crea estadísticas de participación de los alumnos, porcentaje de preguntas acertadas y el tiempo de respuesta de cada pregunta. Además, se realizarán encuestas a los alumnos al comienzo del semestre para determinar su motivación

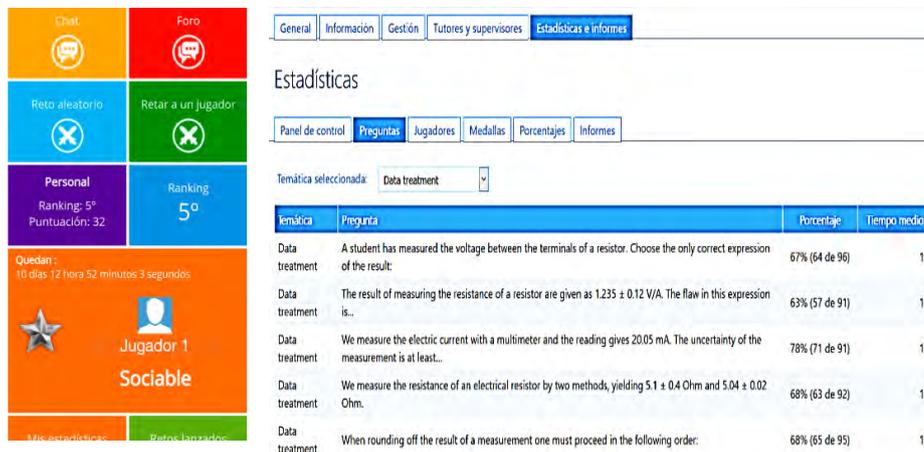
e interés, y al final del curso para medir el grado de satisfacción y conocer los efectos de la aplicación de la ludificación en la asignatura, con vistas a la extensión a los grupos de castellano en próximos cursos.

### Metodología

La gamificación es una herramienta de aprendizaje que traslada las componentes, mecánicas y dinámicas de los juegos al ámbito formativo, implicando a los alumnos al ofrecerles una forma lúdica de aprendizaje. Un sistema gamificado consiste en una experiencia que favorezca el aprendizaje y que entretenga al usuario. Una de las ventajas de este tipo de herramientas es que se puede implementar en un formato tan familiar para los jóvenes como el digital (el teléfono, la tablet o el ordenador).

En este trabajo se usa la plataforma multilinguaje (castellano e inglés) de teleformación Gametraining, la cual es accesible mediante dispositivos electrónicos conectados a internet, en la que los usuarios pueden tener roles de jugador o de gamemaster (papel de supervisión que en nuestro caso correspondió a un profesor). Permite entrenamiento y competición contra la máquina u otros usuarios. Esta herramienta ha sido utilizada en el mundo corporativo y congresual. La Figura 1 (izquierda) muestra la pantalla de bienvenida al juego tal y como el jugador la puede ver en una tablet o teléfono móvil.

**Figura 1 Vista de la aplicación por un jugador en un Smartphone (izquierda); vista de la aplicación por un administrador (derecha).**



Los objetivos de aprendizaje se articulan en torno a los contenidos curriculares, en los cuales se implementan los distintos elementos de la gamificación.

### **Mecánica del juego**

El proyecto comienza con la creación de una batería de preguntas (se estiman necesarias unas 100 que se ampliarían a lo largo del curso hasta reunir unas 600) de distintas temáticas: conocimientos previos adquiridos en la etapa preuniversitaria y necesarios para el desarrollo de esta asignatura, conocimientos que debieron ser adquiridos en asignaturas del primer cuatrimestre del curso (nuestra asignatura corresponde al segundo cuatrimestre del primer curso), teoría de la asignatura, resolución de problemas y prácticas de laboratorio.

Las preguntas se plantean tipo test con cuatro respuestas a elegir, siendo sólo una cierta (pudiendo ser una de ellas “todas son correctas” o “todas son incorrectas”). Cuando el participante responde a la pregunta obtiene inmediatamente una explicación y opciones para ampliar la información. Tanto en las preguntas como en la respuesta o en la explicación se pueden incluir contenidos en diversos formatos: enlaces, imágenes, pdf, html o vídeos. Estas preguntas se repiten a lo largo del curso, pero aquellas que se responden rápidamente (por haber sido asimilado el concepto) se eliminan de la colección del jugador.

Internamente las preguntas están agrupadas por unidades, siendo acumuladas a lo largo del curso. La herramienta detecta, almacena y analiza la frecuencia y velocidad con la que se acierta una pregunta de modo que, si se hace rápidamente, se elimina de la colección del jugador.

Se hacen preguntas abiertas. En esta modalidad el jugador recibe puntos sólo por contestar y debe desarrollar una respuesta. Se han diseñado para recabar la opinión o la reacción de los alumnos.

Con los puntos de experiencia obtenidos se han elaborado clasificaciones entre los alumnos y se publicitado a través del foro de la plataforma.

La participación del estudiante en el juego de los estudiantes se resume en los siguientes puntos : recibe o envía retos (desafíos entre participantes de la comunidad); debe conseguir puntos (se asigna un valor cuantitativo a un desafío o preguntas con múltiples respuestas); puede, gracias a los puntos obtenidos, alcanzar niveles o estatus (entre novato, avanzado, experto y campeón); puede lograr premios (que acreditan que se ha alcanzado un objetivo); obtiene un puesto en la clasificación; puede acceder al aula con contenidos específicos en formato pdf, power point y vídeos sobre los que recibe retos y preguntas y puede aportar sus ideas de mejora y opiniones mediante las preguntas abiertas.

La participación en el juego ha sido, en esta primera fase, voluntaria y recompensada simbólicamente mediante un punto sobre 100 en la calificación final. Los alumnos situados en el 25% superior del ranking recibirán 1 punto sobre 100 adicional.

Se ha creado un sistema de recompensas para los mejor clasificados mediante la concesión de insignias digitales (creadas mediante Open Badges) que certifican la adquisición de ciertos conocimientos o competencias.

**Tabla 1. Sistema de medallas certificadoras de los logros de los jugadores**

Nombre	Explicación
Novato	Contesta más de 20 preguntas para subir de nivel
Avanzado	20-100 respuestas contestadas correctamente
Experto	100-200 respuestas contestadas correctamente
Maestro	200-300 respuestas contestadas correctamente
Rápido	Más de 10 retos enviados
Pistolero	Más de 20 retos enviados
Exterminador	Más de 50 retos enviados
Sociable	Más de 10 retos contestados

Se comunica diariamente por medio de correo electrónico a cada usuario su clasificación y se envía automáticamente un correo a los participantes que están más de 24 horas sin acceder.

### **Recursos de la plataforma**

La plataforma pone al alcance de los jugadores, además del juego, un aula virtual donde pueden encontrar material relativo a la asignatura o el juego mismo, un chat entre participantes, un foro de tutorización, un correo interno y un calendario en el que se reflejan los hitos del curso.

Para los profesores, los recursos más interesantes son sin duda los informes de seguimiento y estadísticas sobre la participación de los alumnos y la evolución del aprendizaje. Los datos que provee son las entradas en el sistema, los tiempos de conexión, preguntas respondidas y retos (por jugador y globales), porcentajes de aciertos, aciertos y fallos por jugador, temática/área, accesos y tiempo de conexión por jugador, logros obtenidos por los usuarios (medallas), usuarios que más/menos participan, ranking por temática y opiniones de participantes sobre temas propuestos en tiempo real.

### **Contexto e implementación**

El juego se está realizando como parte de las actividades no presenciales de la asignatura Ondas y Electromagnetismo del primer curso de distintos grados de la Escuela Politécnica de Ingeniería de Gijón (Universidad de Oviedo). La asignatura se imparte en inglés durante el segundo cuatrimestre y las clases presenciales se dividen en clases teóricas, de prácticas de aula (resolución de problemas) y prácticas de laboratorio. El número de alumnos matriculados es de 94, de los cuales, el 90% son de nueva matrícula.

La primera fase del juego, de la que se trata en este artículo, se realizó en el mes de marzo con una duración de 12 días que incluyeron dos fines de semana.

Se dio a los alumnos un plazo de 5 días para inscribirse en el juego. La inscripción se realizó a través del curso de la asignatura en el Campus Virtual de la Universidad de Oviedo. Consistió en una casilla de aceptación de la cesión de datos a la empresa que gestiona la herramienta informática Game Training; los datos cedidos, necesarios para el acceso a la plataforma y la identificación de los estudiantes fueron: nombre, DNI y dirección correo electrónico corporativo.

### Indicadores y rangos

Los resultados de la experiencia de gamificación de este proyecto se evaluarán según los indicadores descritos en la Tabla 2, considerándose los resultados en el rango entre 0,0% y 30,0% , bajos, entre 30,0% y 70,0%, aceptables y por encima del 70,0%, buenos. De todos ellos, los indicadores 6-9 se evaluarán a final de curso, después de haberse completado todas las fases de la experiencia y finalizado el curso académico.

Tabla 2. Indicadores y modo de valoración

	Indicador	Modo de valoración
1	Porcentaje de participantes	Número de alumnos que participen en el juego (respecto al total)
2	Porcentaje de preguntas contestadas por participante	Número de preguntas contestadas por cada participante dividido por el total de preguntas contestadas
3	Grado de aceptación de las preguntas abiertas	Suma de los porcentajes de preguntas abiertas contestadas por cada participante al finalizar el curso dividido por el número de participantes.
4	Porcentaje de preguntas acertadas por participante	Número de respuestas correctas por participante dividido por el número total de preguntas acertadas.
5	Tiempo de respuesta	Tiempo medio (relativo al tiempo mínimo individual) de respuesta de las preguntas acertadas.
6	Resultados de los tests mensuales de los participantes	Calificación obtenida en cada uno de los tests de los alumnos participantes respecto a la nota media del grupo (que

		incluye también los no participantes).
7	Evaluación continua de prácticas de laboratorio	Resultados de las presentaciones y otras pruebas realizadas en el laboratorio evaluado mediante calificación.
8	Evaluaciones finales de la asignatura (incluyendo prácticas de laboratorio)	Calificación obtenida en la asignatura por los alumnos participantes respecto a la nota media del grupo (que incluye también los no participantes).
9	Autoevaluación de la experiencia	Diferencia de los resultados de cuestionarios de expectativas al inicio y de satisfacción de los alumnos.

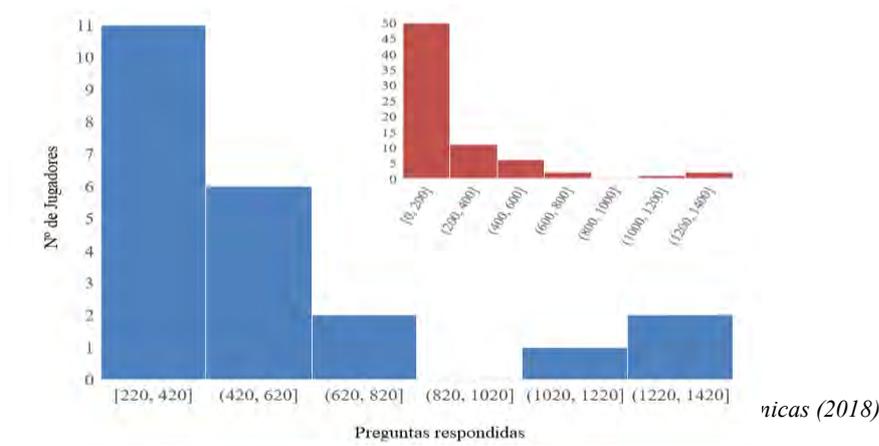
### Resultados

Se inscribieron un 82% de los alumnos matriculados; la mayoría lo hicieron durante los tres primeros días del plazo y únicamente dos solicitaron la incorporación pasado el mismo. Se concluye de esto que el plazo fue suficiente.

Al cierre del juego, la plataforma proporcionó los siguientes números: 2944 retos de 4 preguntas, 135 medallas, 75% de participación, 8841 respuestas correctas, más 13360 preguntas respondidas.

De todos ellos, el número que hay que tomar con más cautela es el de participación. Si bien este dato se refiere a la participación en términos absolutos (porcentaje de alumnos que han contestado alguna pregunta respecto al total de los inscritos), hay que señalar que el porcentaje medio de participación cada día del proceso fue del 50% de los alumnos inscritos (se pueden ver los números absoluto y su evolución temporal en el gráfico de la Figura 2). Esto nos deja con 37 alumnos de media, en el límite de la participación aceptable. Adicionalmente hay que destacar que 18 alumnos inscritos nunca participaron en el juego ni llegaron a acceder a pesar de haberse inscrito. Estos detalles pueden verse en el histograma de la Figura 2.

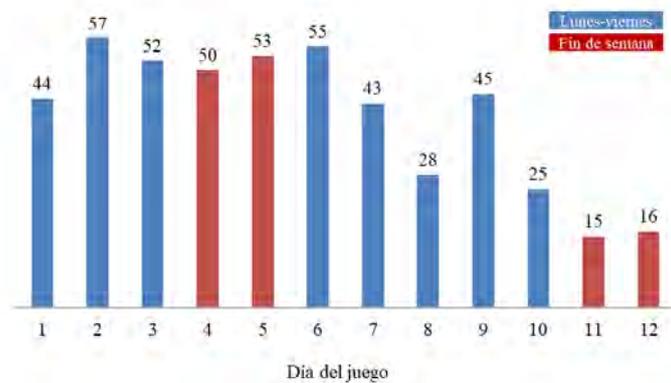
**Figura 2 Histograma de participación. Interior: histograma general, incluyendo los estudiantes que han contestado únicamente menos de 200 preguntas.**



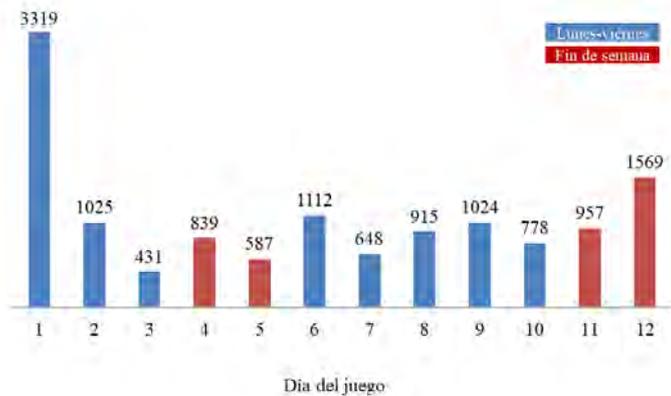
nicas (2018)

La evolución de alumnos jugando cada día indica que a partir de la novena jornada el interés decae notablemente (véase la Figura 3). Sin embargo, el número de preguntas contestadas, combinado con el anterior, muestra que los alumnos que aún juegan después de nueve días se esfuerzan cada día más (véase Figura 4). Se deduce también de estos gráficos que los fines de semana no invitan a jugar más.

**Figura 3 Evolución del número de participantes en los días del juego**



**Figura 4 Evolución del número de preguntas contestadas en los días del juego**



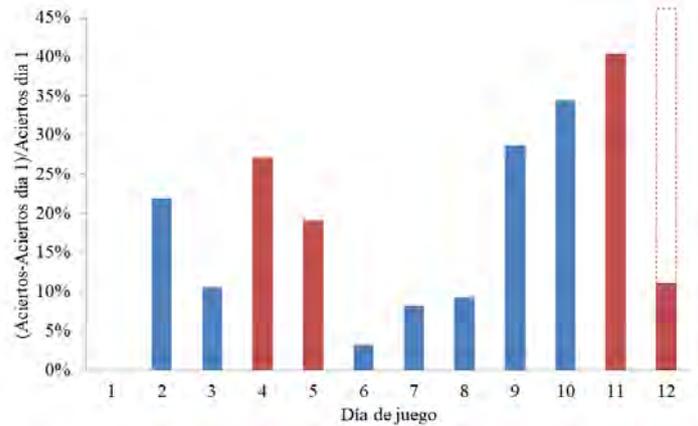
La gráfica de la Figura 4 resume la evolución del aprendizaje a lo largo de los días.

**Primer día de juego**

El primer día los jugadores tuvieron un nivel de aciertos del 59%. Se puede considerar como indicador del conocimiento inicial el porcentaje de aciertos en las preguntas que aparecen por primera vez, que es del 55%. Este valor permite deducir que el nivel de dificultad de las preguntas de la colección es un poco bajo para estos estudiantes; un valor ini-

cial en torno al 40% les permitiría mayores niveles de aprendizaje sin ser desmotivador. Aquellos estudiantes que recibieron más de tres veces las mismas preguntas tuvieron que jugar más de cuatro horas y llegaron a un nivel de aciertos del 62%. Es llamativo que la mayoría de ellos apenas volvieron a participar, lo que nos lleva a pensar que sería bueno limitar el tiempo de juego diario a una hora.

**Figura 5 Evolución del aprendizaje estimada como la mejoría en el porcentaje de preguntas acertadas respecto a las del primer día de juego.**



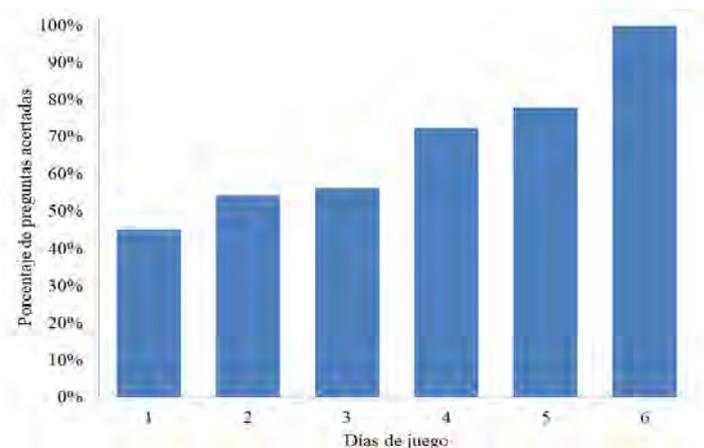
### **Evolución y último día de juego**

El indicador más representativo de los que nos aporta la herramienta informática para valorar la evolución del aprendizaje en esta primera fase del juego es el número de aciertos de cada día relativos al número de aciertos del día inicial. Estos valores se representan en el gráfico de la Figura 5. Sin embargo, estos resultados han de analizarse en combinación con la lista de alumnos participantes en el juego en cada jornada. Así, en los primeros cuatro días de juego se dan muchos casos de estudiantes que se incorporan con el juego ya iniciado y de estudiantes que abandonan.

A partir del día 6, se produce un incremento sostenido del porcentaje de aciertos que tiene como única excepción el último día. La sorprendente caída de los resultados del día 12 encuentra explicación en el momento en que se revisa qué estudiantes han jugado ese día (obsérvese en la Figura 4 que el número de preguntas contestadas es significativamente más alto que los días precedentes). Muchos estudiantes que no habían realizado ninguna conexión previa, o que habían accedido sólo el primer día de juego, se conectaron el día 12. Probablemente ellos lo hicieron para obtener con facilidad un punto sobre 100 que se les ofreció por la participación. En cualquier caso, estos alumnos fallaron estrepitosamente la mayoría de sus preguntas. Si excluimos estos, el porcentaje de aciertos del día 12 asciende al 82%, y en consecuencia un 49% en la gráfica de la Figura 5.

En cuanto a las preguntas abiertas, en esta fase del juego se realizó una, relativa al grado de satisfacción con la experiencia de gamificación. A pesar de que es una forma segura de ganar varios puntos en la competición, el porcentaje de respuestas fue bajo (25%). Las respuestas fueron positivas y algunos estudiantes aportaron además ideas: “Me gusta porque aprendes casi sin darte cuenta”; “Las preguntas deberán ordenarse por dificultad, de modo que fuera cada vez más difícil subir en el ranking”; “Es una herramienta muy útil para aprender y pienso seguir jugando”, respondió una estudiante justo antes de dejarlo.

**Figura 6 Evolución del aprendizaje estimada como la mejoría en el porcentaje de preguntas acertadas respecto a las del primer día de juego.**



Finalmente, y como elemento de comparación, se incluye en la Figura 6 un gráfico de evolución del aprendizaje en una experiencia anterior de gamificación realizada por los mismos autores con la misma herramienta informática. En esta ocasión se gamificó un congreso científico, por tanto los participantes eran estudiantes de posgrado, posdoctorado e investigadores doctores. Se inscribieron en el juego el 50% de los congresistas, de los cuales sólo participó activamente el 60%. Dado que el congreso tenía carácter multidisciplinar, las preguntas correspondientes a disciplinas ajenas y las de tipo transversal (por ejemplo, sobre la ciudad sede del congreso) fueron al inicio del juego un reto difícil para todos, lo que llevó a un nivel de aciertos en la jornada inaugural del 42%. Sin embargo, como puede apreciarse en la figura, la adquisición de conocimientos fue sostenida, llegándose el último día del juego al 100%. Estos excelentes resultados deben analizarse debidamente contextualizados, ya que además de tratarse de participantes maduros jugando en el ámbito de su profesión, se encontraban en un ambiente más lúdico (mientras que los estudiantes se encontraban inmersos en las obligaciones del curso) y absolutamente relacionado con la materia del juego.

## Conclusiones

Se ha llevado a cabo la primera fase de tres de una experiencia de ludificación o gamificación de la asignatura «*Waves and Electromagnetism*» del programa bilingüe de primer curso de la Escuela Politécnica de Ingeniería de Gijón. Para ello se creó un juego basado en la respuesta competitiva de preguntas de la asignatura que los alumnos pueden jugar on-line. El 82% de los alumnos matriculados en la asignatura se inscribió voluntariamente en el juego sin más incentivo por parte de los profesores que un simbólico 1% en la calificación final de la asignatura. Sin embargo, solamente el 50% de estos estudiantes inscritos accedieron al juego y tuvieron una mínima actividad. Aunque entra dentro del rango de aceptabilidad de los indicadores establecidos, la conclusión evidente es que es necesario dar un mayor incentivo para mejorar la eficiencia del trabajo. Este incentivo debe incidir también en una participación que debería ser en promedio de unos 30-45 minutos diarios durante 7-12 días para obtener buenos resultados.

Los estudiantes que participaron al menos con la actividad mencionada en el párrafo anterior mejoraron sus niveles de acierto en un 82% respecto a los del primer día de juego. En cualquier caso, el valor del tiempo de respuesta y que ello se utilice para eliminar preguntas de la colección del jugador no parece ser una buena estrategia en el caso de estos estudiantes, ya que en ocasiones parecen contestar alocadamente. Con el tipo de preguntas que se plantean en asignaturas del tipo de la de este estudio es probablemente más aconsejable fomentar la reflexión no considerando el tiempo de respuesta como un factor a premiar.

Por último, el nivel de satisfacción manifestado por los alumnos participantes en la experiencia es muy alto, con aportación de nuevas ideas y sugerencias. Estos estudiantes se han mostrado satisfechos de participar en una experiencia innovadora que busca aproximarse a sus formas de ocio y relación.

## Agradecimientos

Este trabajo se ha realizado en el marco del proyecto de innovación educativa PINN17-A-084 de la Universidad de Oviedo.

## Referencias

- Huang, W. H., and Dilip S. (2013) Gamification of education, *Research Report Series: Behavioural Economics in Action*, Rotman School of Management, University of Toronto.
- Kai H. y Juho H. (2012) *Defining Gamification - A Service Marketing Perspective*. En actas del 16th International Academic MindTrek Conference, pp. 17-22. Tampere, Finlandia.
- Cen L., Zhijiang D., Roland H. U. y Michael C. (2013) *Engaging Computer Science students through gamification in an online social network based collaborative learning environment*. International Journal of Information and Education Technology vol. 3, núm. 1, pp. 72-77.



## Gamificación en la impartición de Cálculo de Estructuras

Miguel Muñiz-Calvente<sup>a</sup>, Pelayo Fernández<sup>a</sup>, Mario López<sup>a</sup>, Javier Gracia<sup>a</sup>

<sup>a</sup>Departamento de Construcción e Ingeniería de Fabricación, Universidad de Oviedo, Campus de Viesques, 33203, Gijón, Asturias. Email: munizcmiguel@uniovi.es

---

### **Abstract**

*New technologies, such as mobile devices, can not remain outside the world of engineering education. In most cases, teachers perceive mobile devices as a problem and not as a potential learning tool. In this paper, a useful methodology for incorporating mobile devices during class lectures on Calculus of Structures is presented. This methodology focuses on solving online quizzes. As a result, the students enjoy doing a gamified learning activity while teachers gain valuable information about the learning process of the subject. This proposal has been welcomed and followed by the students. The level of satisfaction among the students who followed the activities is also quite positive.*

**Keywords:** *Movil App; Quizz; gamification; test; calculus of structures.*

---

### **Resumen**

*Las nuevas tecnologías entre las que se encuentran los dispositivos móviles no son ajenas al mundo de la docencia en ingeniería. En la mayoría de los casos, los dispositivos móviles, teléfonos fundamentalmente, son percibidos por el docente como un problema en el aula más que una herramienta de trabajo. En este trabajo se propone una metodología de introducción positiva de los dispositivos móviles durante las clases de Cálculo de Estructuras a través de cuestionarios de tipo "Quizz". Con ello se busca una propuesta de gamificación para los alumnos a la vez que se obtiene por parte del docente una información relevante sobre el grado de aprendizaje de los conceptos y materia impartida. El desarrollo de esta propuesta ha sido aceptada y seguida por los alumnos con interés siendo el grado de satisfacción de la misma muy positivo.*

**Palabras clave:** *App móvil; Quizz; gamificación; cuestionarios; cálculo de estructuras.*

## **Introducción**

En los últimos años los teléfonos móviles están presentes en la vida cotidiana de manera natural y son utilizados para multitud de fines. Sin embargo, su uso en el entorno educacional genera controversia. Por un lado, su uso dentro de las aulas es frecuentemente relacionado con distracciones y el origen de problemáticas como el déficit de atención, que se traducen finalmente en problemas de aprendizaje por parte de los estudiantes (v.g., Froese *et al.* 2012). Por otro, su uso ha sido relacionado con un aumento en diferentes capacidades del alumnado como son: la búsqueda de información, el aprendizaje, la lectura y la escritura, así como una mejora en las habilidades para las relaciones sociales (v.g., Frimpong *et al.*, 2016). No obstante, las ventajas de su uso como herramienta de estudio no han sido exploradas en profundidad, especialmente en el entorno universitario (v.g., Kuznekoff & Titsworth, 2013).

En este trabajo, se presenta una metodología para incentivar la atención durante las clases presenciales a través de una aplicación móvil de cuestionarios de preguntas y respuestas, comúnmente conocidos como Quizz. La aplicación móvil (APP) se ha implementado en la asignatura de Cálculo de Estructuras de Ingeniería Civil de la Universidad de Oviedo. La APP contine un amplio catálogo de preguntas, de tipo respuesta única o múltiple, que los alumnos pueden descargar en sus teléfonos y responder durante la clase o en otro momento.

El objetivo principal es presentar una metodología que ayude al alumno a fijar conceptos clave de manera entretenida y acorde con las nuevas tecnologías. Por otro lado, este trabajo facilita el aprendizaje semipresencial o no presencial.

## **Trabajos Relacionados**

En la literatura existen diversos trabajos relacionados con el fomento de la gamificación (*game-based learning*) como herramienta complementaria a las técnicas docentes tradicionales. Dentro de las opciones de gamificación posibles, las más extendidas son las basadas en el uso de dispositivos móviles en el aula (Artal, 2015), las cuales consiguen aumentar la motivación del estudiante y que este se involucre más en el aprendizaje (Tretinjak *et al.* 2015). No obstante, la calidad de las preguntas y el diseño de la aplicación móvil juegan un papel relevante en el éxito del proyecto de gamificación (Lucke, 2013).

Existen diversas herramientas gratuitas para fomentar el aprendizaje interactivo y la gamificación dentro y fuera del aula, como pueden ser Kahoot, Socrative o Quizizz. Una comparativa entre ellas fue realizada por Artal (2015) (ver Tabla 1), poniendo de manifiesto que cualquiera de ellas puede ser útil en la docencia.

En este trabajo se ha seleccionado la herramienta Quizizz, la cual cumple todas las funcionalidades requeridas y es gratuita tanto para docentes como para estudiantes.

**Tabla 1. Comparativa entre los diferentes programas de preguntas y respuestas**

	Kahoot!	Socrative	Quizzizz
Es necesario registrarse para crear, editar y guardar formularios	Si	Si	Si
Preguntas y respuestas aparecen en el dispositivo móvil	No	Si	Si
Es posible incluir imágenes en las preguntas	Si	Si	Si
Fomenta la competitividad en el aula	Si	Si	Si
Permite desarrollar una pregunta instantánea durante la clase	No	Si	Si
Es posible buscar cuestionarios de otros usuarios	Si	Si	Si
El fichero de ayuda es apropiado	Si	Si	Si
Incluye opciones para matemática	Si	Si	Si
Opciones de puntuación y tiempo	Si	Si (versión pago)	Si
Aplicación para iOS y Android	No	Si	Si
La cuenta es gratuita	Si	Si (versión pago)	Si

Fuente: Artal (2015)

### Metodología y trabajo desarrollado

La aplicación de este trabajo de innovación docente fue llevado a cabo en la asignatura de Cálculo de Estructuras del Grado en Ingeniería Civil impartido en la Escuela Politécnica de Mieres (Universidad de Oviedo). El proyecto puede dividirse en 3 grandes bloques: a) trabajo previo a la gamificación; b) motivación de la gamificación en el aula; y c) evaluación de resultados.

#### a) Trabajo previo a la gamificación

Previamente a presentar el proyecto a los estudiantes, los profesores de la asignatura han compartido mediante OneDrive diferentes archivos de tipo hoja de cálculo que contienen baterías de preguntas relacionadas con la asignatura (ver Figura 1). Si bien en este caso se ha trabajado con el software Excel para generar los cuestionarios, éstos se pueden importar en la aplicación mediante un archivo de texto separado por comas (\*.csv), una hoja de cálculo de, por ejemplo, OpenOffice o se pueden crear las preguntas directamente en la plataforma

de Quizizz Online. La Figura 2 muestra un ejemplo de la relación de preguntas realizada para la autoevaluación del primer tema de la asignatura, que cubre conceptos generales sobre el cálculo y diseño de estructuras. En el archivo a importar (ver Figura 2) se pueden incorporar hasta 5 respuestas. La opción respuesta múltiple se activa simplemente añadiendo las diferentes respuestas en la opción “Correct Answer”. Por otro lado, también se puede indicar el tiempo de respuesta para cada pregunta así como un enlace a una imagen (“Image Link”). Recientemente se ha añadido la opción de respuestas mediante selección por imagen de la misma, pero únicamente está disponible desde la plataforma online.

Figura 1. Carpeta compartida en la nube con los diferentes cuestionarios

	Plantilla para generar enunciad...	16 de febrero	MIGUEL MUÑOZ CALVENTI	71,6 KB	🔗 Compartido
	Plantilla_preguntas.xlsx	lunes a las 9:45	MIGUEL MUÑOZ CALVENTI	12,4 KB	🔗 Compartido
	TEST 1_v1.xlsx	hace 3 horas	PELAYO FERNANDEZ FERN	13,0 KB	🔗 Compartido
	TEST 1_v2Pelayo.xlsx	hace 9 minutos	MIGUEL MUÑOZ CALVENTI	13,0 KB	🔗 Compartido
	TEST 3_MLG.xlsx	Hace aproximadamente un	MARIO LOPEZ GALLEGO	12,8 KB	🔗 Compartido

Figura 2. Ejemplo de cuestionario

	A	B	C	D	E	F	G	H	
	Question	Option 1	Option 2	Option 3	Option 4	Option 5	Correct Answer	Time	Image Link
1	Elemento o conjunto de elementos unidos diseñado para cumplir una función y ser capaz de resistir unas determinadas acciones exteriores.	Estructura	Cálculo estructural	Análisis estructural	Celosa		1	30	<a href="https://lh3.googleusercontent.com/4VH8i8m7W9s9EC1gk0UUIF1mb">https://lh3.googleusercontent.com/4VH8i8m7W9s9EC1gk0UUIF1mb</a>
2	Determinación del estado de deformaciones y tensiones que se producen en el interior de la estructura, a consecuencia de todas las acciones actuantes sobre ella	Estructura	Cálculo estructural	Análisis estructural	Celosa	Máquina	2	30	<a href="https://lh3.googleusercontent.com/4VH8i8m7W9s9EC1gk0UUIF1mb">https://lh3.googleusercontent.com/4VH8i8m7W9s9EC1gk0UUIF1mb</a>
3	Indique el orden llevado a cabo normalmente en un proyecto estructural	Cálculo, Diseño, Diseño de detalle, Redacción de Proyecto, Construcción y Montaje, Mantenimiento	Diseño, Diseño de detalle, Redacción de proyecto, Cálculo, Construcción y Montaje, Mantenimiento	Diseño, Cálculo, Diseño de detalle, Redacción de Proyecto, Construcción y Montaje, Mantenimiento	Cálculo, Diseño, Diseño de detalle, Redacción de Proyecto, Construcción y Montaje, Mantenimiento	Ninguna de las anteriores	3	30	<a href="https://lh3.googleusercontent.com/4VH8i8m7W9s9EC1gk0UUIF1mb">https://lh3.googleusercontent.com/4VH8i8m7W9s9EC1gk0UUIF1mb</a>
4	De las siguientes condiciones, ¿cuáles pueden ser un criterio o requisito durante el diseño de una estructura?	Resistencia	Estética	Economía	Lagulación	Funcionalidad	1,2,3,4,5	30	<a href="https://lh3.googleusercontent.com/4VH8i8m7W9s9EC1gk0UUIF1mb">https://lh3.googleusercontent.com/4VH8i8m7W9s9EC1gk0UUIF1mb</a>

Una vez generados los archivos separados por comas con las preguntas de los diferentes temas de la asignatura estos fueron importados en Quizizz para generar las plataformas de gamificación. Al realizar esta operación, la herramienta Quizizz asigna un código al cuestionario importado y genera el entorno de juego (ver Figura 3). A través de los teléfonos móviles (u otro dispositivo móvil), los alumnos se conectan con el código generado y una vez estén conectados, se inicial el cuestionario. El programa pide un usuario al conectarse, en este caso, se pidió a los alumnos que introdujesen su usuario de la Universidad de Oviedo. De este modo el docente no sólo puede ver la valoración global de aciertos y fallos, sino que puede ver la evolución de cada uno de los estudiantes. A modo de estimación de la duración total de los cuestionarios, unas 20-25 preguntas, se pueden realizar en unos 8-9 minutos.

Por último, en la Figura 4 se muestra un ejemplo de cómo se visualizan las preguntas y respuestas en la aplicación móvil así como en la aplicación web.

Figura 3. Ejemplo de código y pantalla de espera para inicial el cuestionario

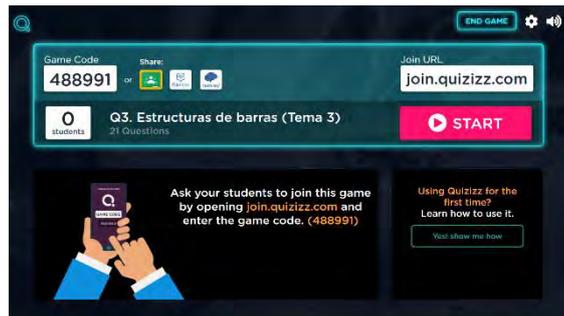
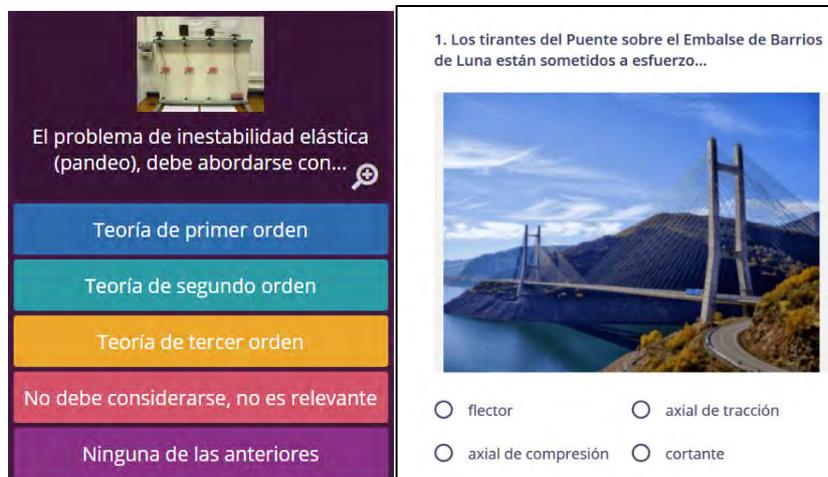


Figura 4. Ejemplo de pregunta en Quizzizz (izquierda) y visión online web (derecha)



b) *Motivación de la gamificación en el aula*

Con el objetivo de alejarse del enfoque totalmente pasivo característico de las tradicionales clases magistrales donde el protagonismo recae únicamente en la figura de los profesores (Tourón, 2014), estos han introducido a los alumnos en una competición sana por conocer a fondo todos los conceptos fundamentales relacionados con la asignatura. Aunque potenciar

la competitividad en algunos ambientes educativos podría considerarse inadecuado, está demostrado que la buena gestión de la misma puede resultar una herramienta excelente para captar el interés de los alumnos y aumentar la motivación por el aprendizaje.

Los profesores han reservado, como se comentó anteriormente, unos 8-10 minutos en el cierre de algunas clases expositivas, prácticas de aula o prácticas de laboratorio para realizar los cuestionarios. Este hecho incentiva la atención de los alumnos durante las explicaciones en clase, ya que se ven atraídos por aprender los conceptos sobre los que posteriormente serán preguntados con el objetivo de alcanzar un alto puesto en la clasificación que ofrece la aplicación (ver Figura 5).

Figura 5. Ranking o clasificación generada en Quizzizz (5 primeros puestos)



Es importante destacar el papel del profesor en la correcta ejecución del entorno de gamificación, los estudiantes deben entender Quizzizz como un complemento de estudio y autoevaluación y no como un examen a realizar tras las lecciones teóricas, lo que sería estresante para los alumnos.

### c) Evaluación de resultados

Por último, los profesores han evaluado la satisfacción de los estudiantes con el modelo de aprendizaje y autoevaluación propuesto a través de una encuesta de satisfacción realizada a los estudiantes que participaron en la actividad. La Tabla 2 muestra la relación de preguntas realizadas a los estudiantes así como los resultados obtenidos.

## Resultados

Los objetivos principales de este trabajo han sido incentivar el interés de los alumnos por la asignatura y ayudar a estos a seguir el temario durante el transcurso de la misma. Por este motivo, la forma más adecuada de medir el grado de éxito del trabajo fue realizar una encuesta de satisfacción entre los estudiantes con las preguntas que se muestran en la Tabla 2.

En general los estudiantes afirman que el proyecto de gamificación a través de la aplicación Quizzizz les ayuda a seguir la asignatura, valorando un 50% de esta ayuda con un grado alto o muy alto. Además, el interés de los alumnos por la asignatura también se ha visto incentivado respecto al interés normal por la misma, lo que se puede considerar como un factor muy positivo. La percepción de los alumnos sobre la dificultad o adecuación de las preguntas al temario impartido también ha sido positiva.

**Tabla 2 Grado de satisfacción reportado por los alumnos en relación con este trabajo**

PREGUNTAS	RESPUESTAS [%]				
	Nada (1)	Casi Nada (2)	Normal (3)	Mucho (4)	Muchísimo (5)
El proyecto me ha ayudado a seguir la asignatura.	0	10	40	40	10
Los cuestionarios han incentivado mi interés por la asignatura.	0	20	40	30	10
El proyecto me parece una pérdida de tiempo y recursos	90	0	10	0	0
Los cuestionarios han hecho que me realizara preguntas que de otro modo habría pasado por alto	10	0	20	60	10
Los cuestionarios están de acuerdo al nivel de la asignatura	0	10	30	40	20
El grado de satisfacción global con la iniciativa llevada a cabo es...	10	20	0	60	10
Me gustaría que se llevaran a cabo proyectos similares en otras asignaturas	10	20	0	60	10
El grado de satisfacción global con la iniciativa llevada a cabo es ...	0	0	30	50	20

En general, los alumnos no consideran el proyecto una pérdida de tiempo y les gustaría que iniciativas similares fueran llevadas a cabo en otras asignaturas.

Por último, cabe destacar que el grado de satisfacción global con la iniciativa llevada a cabo por parte de los alumnos es alto, lo que era de esperar observando la aceptación mostrada en el resto de preguntas de la encuesta.

Como evaluación por parte de los docentes del uso de los cuestionarios, cabe mencionar que la herramienta facilita enormemente la evaluación de la transmisión de información docente-alumno sobre la materia y conceptos impartidos. Comúnmente, las clases terminan con preguntas del tipo ¿ha quedado todo claro?, ¿alguna duda?, etc. Las cuales se convierten en preguntas vacías al no recibir respuesta de los alumnos. Sin embargo, con esta herramienta es muy sencillo detectar las dudas que les pueden surgir a los alumnos o los conceptos que no han quedado suficientemente claros durante la clase expositiva. En este aspecto, resultan muy

interesantes los informes de resultados que aporta la aplicación, donde para cada respuesta se conoce el número de aciertos y fallos, pudiendo detectar fácilmente qué conceptos no se han transmitido correctamente o aquellos que requieren de mayor profundización. De este modo, es posible realizar una sesión corta al inicio de las clases para que el docente repase con los alumnos aquellos conceptos en los que ha fallado la mayoría.

Por último, cabe mencionar que la APP permite lanzar el cuestionario como tarea a realizar fuera del aula. Esto ha sido realizado tras reforzar aquellos conceptos donde se han detectado mayor número de fallos, con el objetivo de comprobar la evolución del aprendizaje por parte de los alumnos.

## **Conclusiones**

Las principales conclusiones de este trabajo son:

- Se ha desarrollado un sistema de trabajo entre varios profesores para generar y compartir cuestionarios de preguntas y respuestas basados en la herramienta de gamificación Quizizz.
- La gamificación potencia la competitividad sana entre los alumnos, lo que gestionado de manera adecuada conduce a un mayor interés por parte de los mismos en el aprendizaje.
- Los alumnos ven de manera positiva la gamificación de la enseñanza, reconociendo que incentiva su interés por la asignatura y que les sirve como herramienta de estudio dentro y fuera del aula.
- La utilización positiva de los teléfonos móviles en el aula puede ser una herramienta excelente para mejorar el aprendizaje y despertar el interés de los alumnos.
- Este tipo de herramientas proporcionan una información relevante sobre la transmisión de los conocimientos y permite evaluar fácilmente por el docente el seguimiento de la materia por parte de los alumnos.

## **Referencias**

- Artal J. S., (2015). *Socrative, una aplicación para dispositivos móviles que permite valorar actividades educativas en tiempo real*. Buenas prácticas en la docencia universitaria con apoyo de TIC. Cátedra Banco Santander de la Universidad de Zaragoza. Colección innova.unizar.
- Artal J. S. (2016). *Kahoot, Socrative & Quizizz: herramientas gratuitas para fomentar un aprendizaje interactivo y la gamificación en el aula*. Buenas prácticas en la docencia universitaria con apoyo de TIC. Experiencias en 2016. Cátedra Banco Santander de la Universidad de Zaragoza. Colección innova.unizar.
- Froese, A. D., Carpenter, C. N., Inman, D. A., Schooley, J. R., Barnes, R. B., Brecht, P. W., Chacon, J. D. (2012). *Effects of classroom cell phone use on expected and actual learning*. College Student Journal, 46(2), 323-332.

- Frimpong, K. O., Asare, S., Otoo-Arthur, D. (2016). *The Effects of Mobile Phone Usage on the Academic Performance of Ghanaian Students, a Case of Presbyterian University College Asante-Akyem Campus*. International Journal of Innovative Research and Advanced Studies (IJIRAS), 3(11), 33-43.
- Kuznekoff, J. H., Titsworth, S. (2013). *The impact of mobile phone usage on student learning*. Communication Education, 62(3), 233-252.
- Lucke T., Keyssner U., Dunn P. (2013) *The use of Classroom Response system to more effectively flip the classroom*. Frontiers in Education Conference 2013. IEEEExplore Digital Library.
- Tourón J., Santiago R., Diez A. (2014). *The Flipped Classroom. Cómo invertir la escuela en un espacio de aprendizaje*. Innovacion Educativa, Barcelona, digital-text.
- Tretinjak M. F., Bednjanec A. (2015). *Interactive teaching with Socrative*. 38th International Convention on Information and Communication Thecnology Electronics and Microelectronics 2015. IEEEExplore Digital Library



## **Análisis de las actitudes visuales y verbales de alumnos noveles de Grado de Ingeniería en la Universidad Politécnica de Cartagena**

**José Luis Vicéns Moltó<sup>a</sup>, Blas Zamora Parra<sup>b</sup> y Rosa María Hervás Avilés<sup>c</sup>**

<sup>a,b</sup> Universidad Politécnica de Cartagena, [agricol@msn.com](mailto:agricol@msn.com), [blas.zamora@upct.es](mailto:blas.zamora@upct.es)

<sup>c</sup> Universidad de Murcia, [rhervas@um.es](mailto:rhervas@um.es)

---

### **Abstract**

*The community demands Engineering Schools trained engineers enough, which implies an implicit confidence both in the explicit certification of the specific curricular skills as well as in the generic skills. Among these generic skills are the communication ones in their aspects of perception and expression, both oral and written, which configure the language skills. Typical student of Engineering is accommodated in an active, sensory, visual and sequential learning style, which unconsciously encourages institutions to prioritize the visual aspects of linguistics in the design of the teaching-learning process. This paper presents an investigation of the learning styles at the first year students of the Engineering Degrees of the UPCT, focused on Felder's visual/verbal styles. Their results indicate an intense polarization towards the visual style to the detriment of the linguistic style. This attitude is verified for the requirement in the classroom, the acquisition of information or the capacity of remembrance. Given the relevance of linguistic ability for both meaningful learning and for the professional practice of Engineering, strategies and teaching actions are proposed for balancing this facet of the students' training.*

**Keywords:** *Learning style, generic skill, engineering education, communicative ability*

---

### **Resumen**

*La sociedad reclama a las Escuelas de Ingeniería ingenieros formados, lo que supone una confianza implícita tanto en la certificación explícita de las competencias curriculares específicas como en las competencias más genéricas.*

*Entre estas competencias genéricas se encuentran las habilidades de comunicación en sus vertientes de percepción y expresión tanto oral como escrita, configurando la habilidad lingüística. El estudiante medio de Ingeniería se acomoda en un estilo de aprendizaje activo, sensorial, visual y secuencial, lo que anima inconscientemente a las instituciones a primar los aspectos visuales sobre los lingüísticos en el diseño del proceso de enseñanza aprendizaje. Este trabajo presenta una investigación de los estilos de aprendizaje de los estudiantes de primer curso de los Grados de Ingeniería de la UPCT, centrada en los estilos visual/verbal de Felder. Sus resultados indican una intensa polarización hacia el hecho visual en detrimento del hecho lingüístico. Esta actitud se verifica para el requerimiento en el aula, la adquisición de la información o la capacidad de rememoración. Por la relevancia de la habilidad lingüística tanto para el aprendizaje significativo como para el ejercicio profesional de la Ingeniería, se proponen estrategias y actuaciones docentes para equilibrar esta faceta de la formación de los alumnos.*

**Palabras clave:** *Estilo de aprendizaje, competencia genérica, enseñanza de la ingeniería, habilidad comunicativa*

## **Introducción**

La sociedad actual no demanda estudiantes que simplemente hayan superado las pruebas de evaluación del total del currículo administrativamente establecido. Lo que la sociedad demanda de las Escuelas de Ingeniería son ingenieros formados; precisamente una adecuada formación compensa la escasa experiencia con la que los graduados llegan al mercado laboral. En este contexto la idea inicial de un rígido corsé curricular de competencias específicas cada vez más amontonadas en cada vez menos horas lectivas ya no tiene cabida en la Enseñanza de la Ingeniería. La formación integral de un ingeniero requiere un currículo flexible enriquecido con competencias genéricas y transversales.

Entre las competencias genéricas destacan las habilidades de comunicación en sus vertientes de percepción y expresión tanto oral como escrita, configurando la habilidad compleja que podemos entender como la competencia lingüística. Esta competencia lingüística desempeña un papel relevante en el aprendizaje significativo como fase indispensable para alcanzar el aprendizaje metacognitivo que concierne a la Enseñanza de la Ingeniería.

Para Pozo (2008), casi todos los aprendizajes suelen implicar también la adquisición de información, que en la mayor parte de los casos es de naturaleza verbal. El lenguaje tiene un papel esencial y operativo en el pensamiento y su carencia determinaría un aprendizaje rudimentario propio de especies inferiores (Ausubel, 2002). Para Vygotsky (1995) el significado es una construcción social, histórica por tanto, y convencional, que alcanza una significación

concreta en el proceso de interlocución, en el proceso de intercambio lingüístico. Es un hecho que la capacidad de maleabilidad que la verbalización aporta a la conceptualización, magnifica las operaciones mentales permitiendo adquirir conceptos abstractos y de orden superior (Ausubel, 1981). Ciertamente es que el entorno simbólico icónico también puede (con un intenso aprendizaje literal) representar conceptos, pero está por definir una sintaxis capaz de relacionar conceptos visuales con la misma riqueza con la que se generan construcciones verbales complejas, refinadas y fecundas. Para Gowin (1987) un episodio de enseñanza solamente ocurre cuando profesor y alumno comparten significados y para eso el lenguaje es indispensable (Moreira, 2003).

Por otro lado, no hay que ignorar el valor del aprendizaje visual en las ingenierías (Gilbert, 2005), y cabe apuntar que la memoria visual es distinta de la memoria lingüística (Haber, 1970). Sin embargo, las visualizaciones pueden derivarse como resultado de proposiciones lingüísticas, como es el caso de una estructura mecánica, que puede describirse mediante una serie de enunciados proposicionales hasta generar una imagen interior.

En este contexto, en España, el Real Decreto 861/2010, de 2 de julio, por el que se modifica el Real Decreto 1393/2007, de 29 de octubre, establece la ordenación de las enseñanzas universitarias oficiales, por las que las *competencias básicas del Título de Grado* son:

- CT1 Comunicarse oralmente y por escrito de manera eficaz
- CT2 Trabajar en equipo
- CT3 Aprender de forma autónoma
- CT4 Utilizar con solvencia los recursos de información
- CT5 Aplicar a la práctica los conocimientos adquiridos
- CT6 Aplicar criterios éticos y de sostenibilidad en la toma de decisiones
- CT7 Diseñar y emprender proyectos innovadores

De estas competencias, al menos las cuatro primeras implican a la que hemos denominado *competencia lingüística*.

La competencia lingüística tiene también un papel relevante en el área del desempeño profesional, ya que el ejercicio de la Ingeniería requiere un elevado índice de comunicación intra, inter y extra empresarial, una amplia capacidad para transmitir y argumentar información descriptiva, técnica o comercial, y una disposición personal de recursos de comunicación para el trabajo en equipo. Todos estos aspectos pueden considerarse fundamentales.

Este trabajo presenta una investigación de la actitud de los alumnos de primer curso de la Universidad Politécnica de Cartagena (UPCT), en relación con una competencia transversal fundamental, como es la expresión y la percepción verbal oral o escrita, esto es, la habilidad

lingüística. Esta investigación viene motivada por la percepción de que las actuaciones institucionales para la inclusión de estas competencias en los planes de estudio suelen ser de carácter apriorístico teórico sin indagar previamente en la actitud del sustrato humano al que van dirigidas: los alumnos. Estas actuaciones, en ocasiones de carácter intrusivo y parasitario en las guías de otras materias, pueden sufrir un acomodo precario en el proceso de enseñanza y, en especial en la etapa de evaluación.

### **Objetivos**

Caracterizar la actitud de los alumnos ante la naturaleza verbal o visual de la información involucrada en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

Tipificar, cuantificar e identificar los perfiles de la actitud de los alumnos con respecto a la dualidad verbal/visual.

Valorar la necesidad de medidas pedagógicas concretas y proponer algunas determinadas.

### **Metodología**

La investigación es de carácter empírico, con datos de naturaleza cualitativa. Para la obtención de los datos se aplica el modelo de estilos de aprendizaje de Felder-Silverman (Felder y Silverman, 1988), diseñado específicamente para su aplicación en los alumnos de Ingeniería. Se trata de un modelo centrado en los procesos de adquisición y procesamiento de la información sin emitir hipótesis sobre la naturaleza del conocimiento, ni establecer correspondencias con substratos neurológicos. Por tanto, no colisiona con la teoría de las inteligencias múltiples ni con el maridaje de la psicología cognitiva con la neurociencia. El modelo se desarrolla sobre cuatro interrogantes que se corresponden con cuatro procesos fundamentales para el aprendizaje:

- ¿Qué tipo de información percibe preferentemente el estudiante?
- ¿A través de qué proceso sensorial percibe de manera más eficaz la información externa?
- ¿Cómo prefiere procesar la información?
- ¿Cómo progresa el estudiante hacia la comprensión?

La evaluación de la respuesta del alumno ante estas preguntas permite ubicarlo en cada par de los ocho estilos que abarca este modelo que, en el mismo orden que los interrogantes, son:

- Estilo sensorial/intuitivo.
- Estilo visual/verbal.
- Estilo activo/reflexivo.

- Estilo secuencial/global.

Para su determinación se utiliza el Cuestionario de Felder-Soloman (Soloman y Felder, 1997), que consta de 44 ítems de carácter dióico. Su calificación indica la posición relativa del estudiante en las cuatro dimensiones bipolares del modelo: *activo/reflexivo*, *sensorial/intuitivo*, *visual/verbal* y *secuencial/global*. El texto concreto se basa en la traducción al castellano de 2004 efectuada por el Ministerio de Educación de México (Cisneros, 2004), con alguna leve corrección de estilo para depurar ciertos modismos lingüísticos y adaptarlo a las características socioculturales del alumnado.

#### *Descripción del proceso*

Los estudiantes cumplimentan el cuestionario de Felder-Soloman (Soloman y Felder, 1997) presencialmente, al principio o final de una clase del primer curso de todas las titulaciones de Grado de la UPCT. Previamente se aclara a los alumnos el carácter voluntario del cuestionario, se explica el significado general de los estilos de aprendizaje y se justifica la utilidad de su determinación en la UPCT. Finalmente, se les recuerda la Ley de Protección de Datos, y se les solicita su consentimiento. Se han efectuado 38 sesiones, en las que se han cumplimentado 685 cuestionarios, de los que han resultado válidos 648.

Los 44 ítems del cuestionario están distribuidos en cuatro grupos de 11 elementos. Cada grupo se corresponde con una de las dualidades: *activo/reflexivo*, *sensorial/intuitivo*, *visual/verbal* y *secuencial/global*. Cada ítem presenta una alternativa dicotómica, la *a* o la *b*. La evaluación se lleva a cabo sumando el número de respuestas *a* o *b* en cada grupo. Se sustrae del número mayor de *a* o *b*, el número menor de *a* o *b*, y se atribuye al valor numérico obtenido la letra del número mayor. La evaluación de este cuestionario tiene lugar en una escala numérica desde -11 hasta 11. Los valores negativos indican predominio del primer componente de cada par dicotómico de estilos, mientras que los valores positivos denotan predominio del segundo componente.

#### *Niveles de resultados*

La valoración de los datos obtenidos tiene lugar en tres niveles:

- 1 Se lleva a cabo un estudio descriptivo de los datos, y se establece una discretización en cinco intervalos de gradación entre uno y otro estilo del par visual/verbal.
- 2 Se efectúa un estudio particularizado por titulaciones de Grado para identificar las diferencias o semejanzas entre sus alumnados.
- 3 Se procede a un análisis factorial para detectar la posible estructura concreta de agregación que puedan presentar los ítems en este contexto de datos. Este tercer apartado es de interés especial porque puede permitir detectar los contextos específicos de las posibles actuaciones docentes.

## Resultados

### Determinación de los estilos de aprendizaje

El trabajo experimental se efectúa en el mes de Octubre/Noviembre cuando los alumnos son prácticamente recién llegados, pero ya situados en su nuevo contexto. La distribución por titulaciones se muestra en la Figura 1.

Figura 1. Distribución del número de cuestionarios efectuados por titulación de Grado.



La distribución de los estilos de aprendizaje con arreglo al modelo de Felder-Silverman (1988) se muestra en la Tabla 1, expresada en porcentaje.

Tabla 1 Distribución dicotómica en porcentaje de los estilos de aprendizaje según el modelo de Felder-Silverman (1988)

Porcentaje			
<b>Activo</b>	<b>68</b>	<b>32</b>	<b>Reflexivo</b>
<b>Sensorial</b>	<b>80</b>	<b>20</b>	<b>Intuitivo</b>
<b>Visual</b>	<b>92</b>	<b>8</b>	<b>Verbal</b>
<b>Secuencial</b>	<b>71</b>	<b>29</b>	<b>Global</b>

En la Tabla 1 se aprecia que el estilo de aprendizaje mayoritario del alumno se orienta globalmente hacia un estilo activo, sensorial, visual y secuencial. Centrando la atención en la dualidad visual/verbal, queda patente la marcada orientación hacia la actitud visual (92 %), frente a la verbal (8 %). Si bien es un resultado esperado, por el carácter tecnológico de las enseñanzas evaluadas, el resultado es llamativo y merece ser analizado con mayor detalle.

La Tabla 2 expone, también en porcentaje, la distribución del par de estilos estudiados en cinco intervalos que expresan sucesivamente: *actitud excluyente* en el primer elemento del

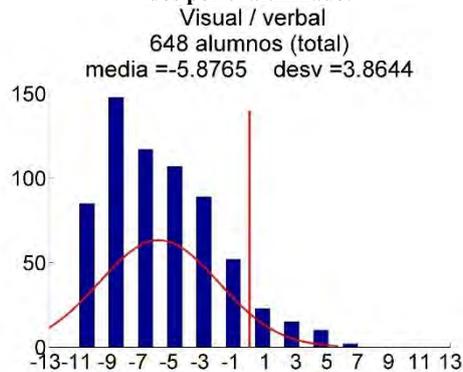
par (visual), *actitud intensa* en el primer elemento (visual), *actitud equilibrada* (visual/verbal), *actitud intensa* en el segundo elemento del par (verbal), y *actitud excluyente* en el segundo elemento del par (verbal). Esta tipología inicial se aplica para definir como punto de partida unos grupos de alumnos particularizados por su pertenencia a uno de los intervalos definidos en el par de estilos visual/verbal. La ausencia de verbales excluyentes y la presencia apenas testimonial de verbales intensos, indica que existe una polarización intensa hacia lo visual y una actitud muy refractaria a lo verbal.

**Tabla 2 Distribución de los estilos visual/verbal (porcentaje), en cinco intervalos correlativos desde el visual excluyente hasta el verbal excluyente.**

Visual excluyente	Visual intenso	Equilibrado	Verbal intenso	Verbal excluyente
36	35	28	1	0

En la Figura 2 se presentan los resultados en la escala de lectura del cuestionario, de -11 a 11. Puede interpretarse que la escala de -11 a 11 se *queda escasa* ante el predominio de puntuaciones negativas; se trata de otra expresión de la gran tendencia a lo visual en detrimento de lo verbal. El paso siguiente es investigar si el predominio es similar en las diversas titulaciones de Grado, porque ello puede determinar si las actuaciones docentes deben ser uniformes o bien adaptadas a cada Centro.

**Figura 2 Distribución por puntuaciones en una escala de -11 a 11 en los cuestionarios cumplimentados por el alumnado.**



*Análisis por titulaciones*

En la Tabla 3 se muestra una comparación gráfica de las distribuciones de los estilos de aprendizaje en las diversas titulaciones de Grado. Destacan los resultados de Arquitectura y Edificación, como los más sesgados hacia la actitud visual. Los Grados correspondientes a las Ingenierías Naval, Agronómica y Química se muestran como los menos sesgados. Nótese

que el Grado en Ingeniería Electrónica parece estar más polarizado que el resto de Ingenierías.

**Tabla 3 Distribución de los estilos visual/verbal por titulaciones de Grado.**

	Visual Excluyente	Visual Intenso	Equilibrio	Verbal Intenso	Verbal Excluyente
<b>EMPRESARIAL</b>	29	39	32	0	0
<b>ARQUITEC.</b>	47	37	16	0	0
<b>AGRÓNOM.</b>	24	37	34	5	0
<b>CIVIL</b>	38	29	29	4	0
<b>ELECTRIC.</b>	31	50	19	0	0
<b>EDIFIC.</b>	46	23	31	0	0
<b>ELECTRÓN.</b>	43	39	18	0	0
<b>MECÁNICOS</b>	41	34	25	1	0
<b>NAVALES</b>	25	36	36	4	0
<b>QUÍMICOS</b>	24	43	24	8	0
<b>TELECOM.</b>	36	27	34	3	0
<b>TECNOL. IND.</b>	36	33	31	0	0

#### *Análisis factorial y definición de agrupaciones o clusters*

El análisis factorial de los resultados reviste especial interés en este caso porque puede permitir discriminar en facetas identificables la evidente minusvaloración de lo verbal entre el alumnado de primer curso, facilitando la detección de las actuaciones en que deben incidir las propuestas de mejora del aprendizaje. Al estar sujeta a un cierto criterio subjetivo, se ha optado por tomar la decisión final de selección de componentes principales a través de la combinación del método factorial, y de la definición y selección de *clusters* o agrupaciones de ítems para concluir la caracterización de los grupos.

Con este criterio se han propuesto diversos números de *clústeres* (tres, cuatro o cinco), y se ha eliminado aisladamente algún ítem, con objeto de filtrar la información recogida. Finalmente, se ha constatado la persistencia de tres agrupaciones o *clusters* de ítems. Analizando el significado y la interrelación entre los ítems, se han considerado razonables y suficientemente significativos. Se describen a continuación los *clusters* identificados, caracterizando los ítems que componen cada agrupación por su numeración (posicionamiento) en el cuestionario.

–El *clúster* 1 está integrado por dos ítems, el 15 y 27, que hacen referencia a la visualización/verbalización en el contexto del hecho docente en el aula:

**15** prefiero los profesores que... a) Utilizan muchos esquemas en la pizarra. b) Que invierten mucho tiempo hablando y explicando.

**27** cuando veo un esquema en clase es más probable que recuerde... a) La imagen. b) Lo que el profesor dijo acerca de ella.

–El *clúster* 2 está integrado por tres ítems 7, 11 y 31, que se centran en el formato preferido por los alumnos para la adquisición de la información:

**7** prefiero obtener información nueva mediante... a) Imágenes, diagramas, gráficos o mapas. b) Instrucciones escritas o información verbal.

**11** en un libro con muchas imágenes y gráficos es más probable que... a) Revise cuidadosamente las imágenes y gráficas. b) Me concentre en el texto escrito.

**31** cuando alguien me enseña datos, prefiero... a) Gráficas. b) Resúmenes con texto.

–El *clúster* 3 está integrado por los ítems 3, 19, 23 y 43, que hacen referencia al formato preferido para memorizar y rememorar la información:

**3** cuando pienso en lo que hice ayer es más probable que lo haga sobre la base de... a) Una imagen. b) Palabras.

**19** recuerdo mejor... a) Lo que veo. b) Lo que oigo.

**23** cuando me proporcionan direcciones de lugares nuevos, prefiero... a) Un mapa. b) Una explicación escrita.

**43** tiendo a recordar lugares en los que he estado... a) Fácilmente y con bastante exactitud. b) Con dificultad y sin mucho detalle.

### *Resultados obtenidos por clúster*

El *clúster* 1, que se centra en actividades del aula, ofrece los siguientes resultados (véase la Tabla 4). Un 54% responde la alternativa visual ambas preguntas, lo que supone afinidad visual total; un 15% responde verbal a la primera y visual a la segunda; un 21% responde visual a la primera y verbal a la segunda. En conjunto, un 36% se sitúa en cierto equilibrio. Por último, sólo un 10 % responde afirmativamente a la opción verbal total.

**Tabla 4** Distribución de los estilos visual/verbal en el *clúster* 1, centrado en la actividad en el aula.

Clúster 1	Visual/Visual	Visual/Verbal	Verbal/Visual	Verbal/Verbal
%	54	21	15	10

El *clúster* 2 se refiere al proceso de adquisición de la información, y presenta los siguientes resultados (Tabla 5). Un 53% decantan los tres ítems en el sentido visual, esto es, con carácter

absoluto excluyente. Un 26% se decantan por dos ítems visuales y uno verbal, considerados pues como visuales intensos. Un 15% se inclina por dos ítems verbales y uno visual. Un 6% se declaran verbales absolutos.

**Tabla 5 Distribución de los estilos visual/verbal en el *clúster 2*, centrado en la adquisición de la información.**

<b>Clúster 2</b>	<b>Visual/Visual</b>	<b>Visual/Verbal</b>	<b>Verbal/Visual</b>	<b>Verbal/Verbal</b>
<b>%</b>	<b>53</b>	<b>26</b>	<b>15</b>	<b>6</b>

El *clúster 3*, centrado en la recuperación de la información, ofrece estos resultados (Tabla 6). Un 63% de los alumnos elige la opción visual en los cuatro ítems, y se denota como visual excluyente. Un 29 % elige la opción visual en 3 ítems, y se denota como visual intenso. Un 5% escoge visual en dos ítems, y se denota como equilibrado, y un 3% escoge la opción visual en un único ítem, denotándose como verbal intenso. Los resultados obtenidos aquí cobran especial relevancia puesto que como apuntan Monereo y Pozo (2003), las evaluaciones de respuesta múltiple invaden las aulas, pero carecen de toda aplicación en el ejercicio profesional.

**Tabla 6 Distribución de los estilos visual/verbal en el *clúster 3*, centrado en la rememoración.**

<b>Clúster 3</b>	<b>Visual excluyente</b>	<b>Visual intenso</b>	<b>Equilibrado</b>	<b>Verbal intenso</b>
<b>%</b>	<b>63</b>	<b>29</b>	<b>5</b>	<b>3</b>

Aunque el resto de los ítems del cuestionario no incluidos en los *clusters* no se han comentado, cabe indicar que algunos de ellos aparecen aislados o incluso ajenos al proceso de enseñanza-aprendizaje; no obstante, también son posibles otras agrupaciones que podrían dar lugar a *clusters* diferentes en los que otras asociaciones de ítems podrían arrojar una información complementaria a la que se ha mostrado. En cualquier caso, se continuará el trabajo, analizando los resultados obtenidos en próximas investigaciones.

### *Interpretación de los resultados*

Los resultados de la investigación tienen carácter de evidencia y pueden interpretarse como:

1. La actitud del alumnado del primer curso de Grado de la UPCT, respecto al modo de adquisición de la información, es mayoritaria e intensamente visual frente a la opción verbal oral o escrita.
2. Estos perfiles actitudinales son previos a la incorporación al proceso de enseñanza-aprendizaje de la UPCT.

3. La distribución de perfiles actitudinales es diferente de unas titulaciones a otras.
4. El hecho de que las diferencias y afinidades entre grados se manifiesten ya en los alumnos de primer curso podría apuntar a que los alumnos acuden con una orientación vocacional/profesional definida.
5. La presencia de un sesgo acentuado no anula la presencia de grupos de alumnos verbales aunque sean de tamaño reducido.
6. Se distinguen distribuciones diferentes de los perfiles para tres situaciones actitudinales: la actitud en el aula, la actitud genérica de adquisición de información, y la actitud para recordar la información ya vista.

### Conclusiones

1. El desequilibrio visual/verbal no es un hallazgo feliz y aporta un peligro: el sentido cortoplacista de fomentar los recursos visuales buscando una mejor permeabilidad de la información con vistas a un mejor rendimiento en las evaluaciones.
2. Para cumplir el objetivo de la formación ingenieril debe buscarse fomentar la verbalización del alumno mediante actuaciones pedagógicas.
3. Las actuaciones pedagógicas deben aplicarse intensamente al inicio de los estudios del ciclo de Grado para obtener resultados a lo largo del mismo, detectables en forma de mejoras del aprendizaje y de la formación profesional.
4. Estas actuaciones pedagógicas deben tener carácter implícito, incardinadas en el desarrollo natural de las competencias específicas en las diversas etapas del proceso de enseñanza-aprendizaje. No deben formularse como contenidos competenciales formales con evaluación propia.
5. Las medidas en el aula (*clúster 1*) implican dimensionar y atacar previamente el principal problema de la Enseñanza de la Ingeniería: el absentismo escolar.
6. La primera actuación en el aula (*clúster 1*) debe encaminarse a incrementar la verbalización en los desarrollos magistrales y la participación verbal de los alumnos en los mismos. Ello conduce a un aprendizaje más participativo.
7. La segunda actuación en el aula (*clúster 1*) es la de fomentar la *toma de apuntes a mano* para seguir las buenas prácticas de los mejores Centros de referencia.
8. La principal actuación respecto de la adquisición de la información (*clúster 2*) debe concretarse en un apoyo documental más textual, por medio de bibliografía externa o por la naturaleza de los *apuntes* disponibles en los Centros, con eliminación de las *transparencias* (o equivalentes, como las pantallas ‘power-point’) como material escolar de estudio.
9. La actuación para el *clúster 3*, referente a la recordación de la información, se centra en los procesos de evaluación, tanto la continuada como la tradicional. Supone la minoración de las pruebas de respuesta múltiple y el incremento de pruebas de carácter verbal, tanto orales como escritas.

10. En relación a la conclusión 9, el incremento de tiempo que pueden reclamar esas medidas puede paliarse con la aplicación conjunta de las técnicas de corrección colaborativa que implican un esfuerzo de la percepción y la expresión escritas.
11. Debe valorarse la incorporación de los grupos de discusión y otras técnicas de actividad comunicativa.
12. Las exposiciones deben incrementarse y deben ser de asistencia obligatoria. El tiempo requerido puede obtenerse con la ayuda de la *clase invertida*.
13. Las actuaciones pedagógicas previstas no deben perturbar el desarrollo de las competencias específicas, sino que deben facilitar su aprendizaje. Ese debe ser el baremo para determinar su adecuación correcta.

## Referencias

- Ausubel, D. P. (2002). *Adquisición y retención del conocimiento. Una perspectiva cognitiva*. Ed. Paidós. Barcelona. 328 pp.
- Ausubel, D. P., Novak, J.D., Hanesian, H. (1981). *Psicología educativa : un punto de vista cognoscitivo*. Ed. Terillas. México. 769 pp.
- Cisneros, A. (2004). *Manual de estilos de aprendizaje*. SEP, Subsecretaría de Educación Media Superior. México. [http://biblioteca.ucv.cl/site/colecciones/manuales\\_u/Manual\\_Estilos\\_de\\_Aprendizaje\\_2004.pdf](http://biblioteca.ucv.cl/site/colecciones/manuales_u/Manual_Estilos_de_Aprendizaje_2004.pdf).
- Felder, R., Silverman, L. (1988). *Learning and Teaching Styles in Engineering Education*. Journal of Engineering Education 78 (7), 674-681.
- Gilbert, J.K. (2005). *Visualization: A metacognitive skill in science and science education*, in Visualization in Science Education, ed. J.K. Gilbert, Springer, 9-27.
- Gowin, B (1987). *Educating*. Ed. Cornell University Press. New York. 216 pp.
- Haber, R. N. (1970). *How do we remember what we see?* Scientific American, 222(5), 104-112.
- Monereo, C. y Pozo, J. I., (2003). *La universidad ante la nueva cultura educativa. Enseñar y aprender para la autonomía*. Ed. Síntesis. Barcelona. 303 pp.
- Moreira, M.A. (2003). *Lenguaje y aprendizaje significativo*. Conferencia de cierre del IV Encuentro Internacional sobre Aprendizaje Significativo, Maragogi, Brasil, 8 a 12 de septiembre de 2003. <https://www.if.ufrgs.br/~moreira/lenguaje.pdf>.
- Pozo, J. I. (2008). *Aprendices y Maestros*. Ed. Alianza Ensayo. Madrid. 616 pp.
- Soloman, B.A. and Felder, R.M. (1997). *Index of Learning Styles Questionnaire*. Recuperado de <http://www.engr.ncsu.edu/learningstyles/ilsweb.html>.
- Vygotsky, L. (1995). *Pensamiento y lenguaje*. Ed. Paidós. Barcelona. <http://abacoenred.com/wp-content/uploads/2015/10/Pensamiento-y-Lenguaje-Vigotsky-Lev.pdf>



## **Diseño Curricular del Programa de Ingeniería Mecánica de la Universidad Pontificia Bolivariana, Sede Medellín, Colombia**

**Diego A. Flórez<sup>a</sup>**

<sup>a</sup>Universidad Pontificia Bolivariana  
[diego.florez@upb.edu.co](mailto:diego.florez@upb.edu.co)

---

### ***Abstract***

*The Universidad Pontificia Bolivariana, in 2009, published its most recent version of the Integrated Pedagogical Model. With this the University sought to change the traditional paradigm of its training processes, moving from a model centered on teaching, where the protagonist is the teacher to a model based on learning, where the protagonist is the student.*

*The Mechanical Engineering program, based on the institutional guidelines, designed a curriculum that not only conforms to these guidelines, but responds to objective observations of academic peers in the processes of self-assessment and high quality accreditation and to the reflections that within the academic community were made for the construction of this training proposal.*

*The final result is a curriculum that encourages new engineers with a holistic view of the world, capable of working on projects and with elements for a good performance in changing, multidisciplinary and globalized environments.*

**Keywords:** *Engineering Education, Mechanical Engineering Curriculum, Curricular Design, Professional Skills.*

---

### ***Resumen***

*La Universidad Pontificia Bolivariana, en el año 2009 publicó su versión más reciente del Modelo Pedagógico Integrado. Con él buscó cambiar el paradigma tradicional de sus procesos de formación, pasando de un modelo centrado en la enseñanza, donde el protagonista es el profesor a un modelo basado en el aprendizaje, donde el protagonista es el alumno.*

*El programa de Ingeniería Mecánica, con base en las instrucciones institucionales, diseñó un currículo que no solo se ajusta a éstas, sino que responde a observaciones objetivas de pares académicos en los procesos de autoevaluación y acreditación de alta calidad y a las reflexiones que dentro de la comunidad académica se realizaron para la construcción de esta propuesta de formación.*

*El resultado final es un plan de estudios que quiere formar unos ingenieros con una mirada holística de mundo, capaces de trabajar por proyectos y con elementos para un buen desempeño en entornos cambiantes, multidisciplinarios y globalizados.*

**Palabras clave:** *Educación en Ingeniería, Currículo de Ingeniería Mecánica, Diseño Curricular, Currículo por competencias.*

## **Introducción**

La Universidad Pontificia Bolivariana UPB es una universidad privada perteneciente a la Arquidiócesis de Medellín, Colombia, fue fundada en 1936, tiene más de 26000 estudiantes, cerca de 270 programas entre pregrado y posgrado. Su sede central está en Medellín, y cuenta con seccionales en otras tres ciudades de Colombia.

En 2009, la UPB publicó un documento denominado Modelo Pedagógico Integrado MPI con el propósito de servir como guía para los procesos de formación que se llevan a cabo en la Institución, razón por la cual hace parte integral de Proyecto Educativo Institucional.

Dicho modelo pedagógico estructura el currículo desde las necesidades y los intereses de los estudiantes y las problemáticas propuestas desde el contexto sociocultural. Con esta propuesta de estructuración curricular que pone al estudiante como eje central del proceso educativo.

En este MPI Tiene como propósito final la formación integral a través de los valores y principios del humanismo cristiano, apuntando al desarrollo de un proyecto personal de vida, con un compromiso con la construcción y el desarrollo del país. De esta forma, se privilegia el aprendizaje significativo y la construcción del propio conocimiento por parte del estudiante y el profesor asume un papel más de mediador o de orientador del proceso.

Entre los años 2011 y 2015 El programa de Ingeniería Mecánica IM de la UPB hizo una propuesta de transformación curricular, adoptando los principios y procedimientos universitarios, puestos de manifiesto en el MPI. Dicha propuesta fue aprobada por el Ministerio de Educación Nacional de Colombia, por lo que a partir del primer semestre de 2016 se puso en funcionamiento.

Los principales retos del proceso de transformación curricular en el Programa fueron:

- Cambio de paradigma: el MPI invita a pasar de un modelo de enseñanza en el que el profesor es el centro a un proceso de aprendizaje, en el que el estudiante es el protagonista de su propio proceso.
- Modernización curricular: la nueva propuesta de formación debe implementar metodologías educativas modernas, que “enganchen” al estudiante con el conocimiento, sacando provecho de uso de los recursos informáticos.
- Apuntar al perfil de egreso: el programa de Ingeniería Mecánica de la UPB es uno de los programas con más tradición a nivel nacional, tiene más de 60 años de historia. El perfil de egreso tiene unos elementos fundamentales que es importante revisar y garantizar en la nueva propuesta de formación. Estos elementos son: Visión holística del mundo, el balance entre las áreas medulares de la disciplina y la capacidad de gestionar proyectos.

### **Trabajos Relacionados**

El programa de Ingeniería Mecánica de la UPB, a lo largo de su historia, siempre ha buscado ser pertinente y de calidad. Previo al proceso de transformación curricular, se hicieron reflexiones y trabajos que permitieron orientar y sensibilizar el desarrollo de la propuesta. En el año 2000, con el estudio prospectivo denominado «Las Prioridades Investigativas en Ingeniería Mecánica: un Estudio Prospectivo en Antioquia» [1], el Programa puso como soporte académico a la investigación y se apoyó fundamentalmente de tres Grupos de investigación: Grupo de Energía y Termodinámica, Grupo de Investigación en Nuevos Materiales y, Grupo de Automática y Diseño A+D.

En el año 2005 el programa hizo un proceso de autoevaluación que le permitió su acreditación de alta calidad en el año 2006 [2]. De este proceso de acreditación la observación más importante que se le hizo al Programa en clave de mejora, estaba relacionada con la excesiva presencialidad en el aula, toda vez que existían semestres con más de 30 horas de clase.

En el año 2009 se realizó un estudio prospectivo con horizonte de tiempo al año 2020, este trabajo permitió priorizar las temáticas más relevantes de la disciplina y definir un escenario apuesta para construir en los siguientes 10 años [3].

En 2010 se realizó otro ejercicio de autoevaluación, que permitió la renovación de la acreditación de alta calidad [4], En esta ocasión la observación más importante estuvo relacionada con la valoración en créditos de las actividades que los estudiantes hacían con semilleros y grupos de investigación.

En esta misma época, la Universidad publicó el MPI [5] y entre los años 2011 y 2012 fueron publicados las directrices para la reflexión curricular, que llevara los programa a una trans El

MPI propone la definición de la opción curricular, en la que se determinan los procesos que configuran el currículo, como lo son: la **selección**, la **organización**, y la **distribución** [6].

La **selección** se ocupa de los contenidos formativos que se deben ofrecer, la **distribución** articula, jerarquiza, aísla y regula los contenidos de formación y la **distribución** concibe los tiempos de formación a partir de los requisitos que demanda la formación. De esta forma el currículo es diseñado desde las definiciones y propósitos de formación, que deben venir desde la pertinencia del Programa, hasta la malla curricular, que debe ser la consecuencia de la estrategia formativa para lograr los propósitos iniciales. La comunidad académica construyó la nueva propuesta curricular.

### **Metodología**

El MPI propone la definición de la opción curricular, en la que se determinan los procesos que configuran el currículo, como lo son: la selección, la organización, y la distribución.

La selección se ocupa de los contenidos formativos que se deben ofrecer, la distribución articula, jerarquiza, aísla y regula los contenidos de formación y la distribución concibe los tiempos de formación a partir de los requisitos que demanda la formación. De esta forma el currículo es diseñado desde las definiciones y propósitos de formación, que deben venir desde la pertinencia del Programa, hasta la malla curricular, que debe ser la consecuencia de la estrategia formativa para lograr los propósitos iniciales.

### **Resultados**

**LA SELECCION.** Para tener una definición clara de los contenidos formativos que debe tener el Programa, se definieron aspectos centrales como: Enfoque conceptual, Propósitos de Formación, Perfil de egreso, Capacidades humanas y Competencias Profesionales. En la definición de estos aspectos fue clave contar con los resultados del estudio prospectivo realizado en el año 2009 y los resultados de los procesos de autoevaluación, tanto en el año 2005 y 2010.

Como enfoque conceptual del programa, se llegó a la siguiente declaración [7]: «la Ingeniería Mecánica es una rama de la ingeniería amplia, multidisciplinar, con grandes posibilidades de generación y aplicación de conocimiento; esto le permite ser motor de múltiples desarrollos en diferentes sectores y bajo múltiples contextos, jalonando permanentemente procesos de innovación y emprendimiento. Desde el punto de vista académico, el programa de Ingeniería Mecánica busca una integración permanente entre las ciencias básicas (física y matemática) y las tecnologías aplicadas para la generación, conservación y prevención del movimiento».

El propósito de formación se plateó teniendo en cuenta la necesidad de formar ingenieros mecánicos con la amplitud y multidisciplinariedad que se plantea desde el enfoque conceptual, y con la claridad que la disciplina ofrece muchos caminos de especialización a futuro, que cada individuo deberá desarrollar a partir de procesos de formación más específicos y del desarrollo de su experiencia profesional. Se declaran los propósitos de formación para el programa de la siguiente forma:

“El Programa de Ingeniería Mecánica de la UPB, sede Medellín, se ocupa del análisis, diseño, manufactura, gestión, mantenimiento y control de sistemas mecánicos que involucran la generación y transmisión de movimiento, materia, energía e información. Para ello, tiene en cuenta consideraciones científicas, tecnológicas, ambientales, energéticas, económicos y sociales; desde los ámbitos tecnológico, productivo, administrativo, comercial e investigativo; con criterios y métodos de trabajo integrales y proyectándose a la sociedad con sentido ético y humano” [7].

Respecto al perfil de egreso: Se debe considerar un perfil en el que el egresado esté dotado de capacidades humanas y competencias profesionales que le permitan trabajar en entornos globalizados, alrededor de tecnologías multidisciplinarias que más que articularse, convergen para generar cambios y brindar soluciones tecnológicas de la sociedad de hoy y de mañana.

“El egresado de Ingeniería Mecánica de la Universidad Pontificia Bolivariana es una persona formada integralmente que asume un compromiso responsable con la vida y la dignidad humana. Es capaz de hacer uso de sus sentidos, su imaginación y su pensamiento para su disfrute y para cuidar de sí mismo, de las personas, de las otras especies y de su entorno en coherencia con los valores del humanismo cristiano.

El Ingeniero Mecánico egresado de la UPB es una persona capacitada para integrar conocimientos de las diferentes áreas que enmarcan su profesión, contrastarlos con la realidad y usarlos, bajo el modelo de la gestión por proyectos, para la mejora de la calidad de vida y el desarrollo sostenible de la sociedad.

Desarrolla habilidades comunicativas, en expresión oral, escrita, gráfica y en segunda lengua. Maneja herramientas tecnológicas actuales y usa diferentes fuentes de información. Trabaja en equipo, tanto con sus colegas como con profesionales de otras áreas.

El Ingeniero Mecánico Bolivariano puede desempeñarse en cualquier empresa en labores que impliquen el análisis, diseño, manufactura, gestión, mantenimiento y control de sistemas mecánicos que involucran la generación y transmisión de movimiento, materia, energía e información. Así mismo, puede abordar temas en campos administrativos, financieros y científicos en la medida que su experiencia y formación van evolucionando.

El Ingeniero Mecánico se vincula al ámbito laboral como ingeniero de planta, empresario, gerente, director, asesor-consultor o investigador.” [7]

Definición de capacidades humanas: la UPB acogió la propuesta de las capacidades humanas básicas para el desarrollo, de la filósofa estadounidense Martha Nussbaum, por tanto, el perfil de egreso de los profesionales formados en UPB debe corresponderse con dichas capacidades. Una capacidad es definida por Martha Nussbaum como “Aquello que las personas son efectivamente capaces de hacer y ser, según una idea intuitiva de lo que es una vida acorde con la dignidad humana.” [8]

Como grandes agrupadores de estas capacidades se tiene: la vida, la ética, la estética, el humanismo cristiano, y el razonamiento y el pensamiento.

Definición de competencias: La UPB asume las competencias como una dimensión de las capacidades y entiende que se refieren a una manera responsable de actuación del sujeto en diferentes situaciones y contextos de la vida personal y social, actuación que implica un vínculo complejo de conocimientos, habilidades, actitudes, destrezas y valores a partir de la evaluación y elección de alternativas que se fundamentan en el saber, el hacer, el actuar, el elegir estrategias adecuadas, el asumir las consecuencias de las decisiones tomadas y disfrutar [6].

Como grandes agrupadores de las competencias específicas, propias del Programa de Ingeniería Mecánica se tiene: Análisis y diseño, Gestión de proyectos, Investigación, y la Integración de saberes. En la tabla 1 se muestra la formulación de las competencias asociadas a los agrupadores, que son llamados dominios [7].

**LA ORGANIZACIÓN:** Los programas en la UPB están organizados de forma macrocurricular por ciclos [6]. Los ciclos deben dar cuenta del cumplimiento de las capacidades humanas. Cada programa incluye cuatro ciclos: **Ciclo Básico de Formación Humanista, Ciclo Básico Disciplinar, Ciclo profesional y Ciclo de Integración.**

El Ciclo Básico de Formación Humanista imparte los principios y valores reconocidos por la UPB en su Misión y Visión, tiene al Humanismo Cristiano como su horizonte formativo, a través del cual se logran los propósitos de identidad, incorporación, difusión y apropiación del espíritu que anima el Proyecto Educativo Institucional. Este ciclo es transversal a todos los programas de pregrado de la UPB.

Ciclo Básico Disciplinar busca una sólida formación científica capaz de dar cuenta de la constitución epistemológica de las ciencias, disciplinas y saberes que fundamentan la profesión. Este ciclo es transversal a todos los programas de pregrado en ingenierías de la UPB.

Ciclo Profesional forma en los aspectos propios de la profesión, el reconocimiento del contexto de la misma y los posibles campos de desempeño.

Finalmente, el Ciclo de Integración posibilita al futuro profesional profundizar en temas de su interés, brindando un componente flexible al programa y facilitando la articulación con programas de formación avanzada.

La organización del ciclo Profesional, a nivel meso curricular se han definido en cuatro áreas: **Diseño y Control; Materiales y Procesos de Manufactura; Energía, Termofluidos; y Gestión.** Estas cuatro áreas se han consolidado en el programa desde hace unos veinte años de forma intencionada, con el impulso y la influencia de grupos de investigación que han servido de soporte.

**Tabla 1. Formulación de Dominios y Competencias del Programa Ingeniería Mecánica**

Dominio	Criterios de competencia
<b>Análisis y diseño:</b> Aplica la ciencia y la tecnología para la solución de problemas de ingeniería mecánica.	Identifica, plantea y resuelve problemas de baja complejidad en el contexto de la ingeniería mecánica a través de las matemáticas, y verifica e interpreta resultados, de manera que se generalicen soluciones y estrategias que resuelvan nuevas situaciones.
	Utiliza herramientas tecnológicas y computacionales para buscar, procesar y analizar información relacionada con fenómenos físicos, y químicos o biológicos en el contexto de la ingeniería mecánica.
<b>Gestión de proyectos:</b> Desarrolla los problemas de forma ordenada y coherente bajo un marco conceptual basado en la gestión de proyectos.	Planea, diseña, desarrolla y evalúa proyectos de ingeniería teniendo en cuenta restricciones económicas, ambientales, sociales, políticas, éticas, de seguridad, manufacturabilidad y sostenibilidad.
<b>Investigación:</b> Se forma como ingeniero investigador e innovador que aporta al desarrollo de la sociedad.	Desarrolla experimentos y analiza e interpreta los resultados.
	Plantea modelos para fenómenos físicos, y químicos o biológicos, utilizando el lenguaje matemático, soluciona e interpreta sus resultados contrastados con la realidad.
	Aplica una visión investigativa e innovadora en la solución de problemas y en el desarrollo de nuevos productos en el contexto de la ingeniería mecánica.
<b>Integración de saberes:</b> Integra conocimientos provenientes de las ciencias básicas y las tecnologías aplicadas para la generación de soluciones a sistemas mecánicos involucrados en cualquier sector productivo.	Usa métodos, habilidades y herramientas, científicas y técnicas, necesarias para la práctica profesional.
	Aplica los conocimientos de diseño mecánico, materiales, automatización, energía, fluidos, procesos productivos y gestión, para la solución de necesidades acorde con criterios de sostenibilidad y responsabilidad social.

Una debilidad del proceso de formación anterior fue la parcelación del plan de estudio para el desarrollo de cada área, sin embargo, en la nueva propuesta curricular se presentan cursos

que se desarrollan transversalmente a las áreas, con el propósito generar integración de saberes y desarrollar varios aspectos importantes del perfil de egreso. Estos cursos fueron denominados **Módulos de Ingeniería Aplicada** y se desarrollan en cuatro momentos del plan de estudios. La organización del plan de estudios puede verse en la figura 1.

**Figura 1. Organización del plan de estudios**



**LA DISTRIBUCIÓN:** busca ordenar el desarrollo de las Capacidades humanas y las competencias profesionales dentro de cada área de forma secuencial a través de los cursos. Producto de la distribución es la malla curricular que finalmente se convierte en la carta de navegación para estudiantes y profesores dentro del plan de estudios. Para explicitar el desarrollo de las capacidades y competencias dentro de los cursos, construye un mapa de competencias con los elementos que se presentan en la figura 2. El plan de estudios se presenta en la figura XXX.

**Figura 2. Mapa de Capacidades y Competencias**

PROPÓSITO DE FORMACIÓN	CAPACIDADES		COMPETENCIAS				
	DOMINIOS	FORMULACIÓN	DOMINIOS	FORMULACIÓN	CRITERIOS DE COMPETENCIA	NIVEL DE DESARROLLO DE LA COMPETENCIA	CURSOS Y EXPERIENCIAS DE FORMACIÓN

Figura 3. Plan de Estudios Programa Ingeniería Mecánica UPB

Plan de Estudios de Ingeniería Mecánica 2016															
I	16	17	16	17	IV	V	16	VI	17	VII	17	VIII	16	IX	12
Humanismo y Cultura Ciudadana	2	1	2	3	Electricidad y Magnetismo	Línea de formación humanista 1	2	Módulo de Ingeniería Aplicada 3	2	Selección de Materiales	2	Línea de formación humanista 2	2	Ética Profesional	1
Lenguaje y Cultura	2	3	3	2	Métodos Experimentales en Física	Emprendimiento y Responsabilidad Social	2	Procesos de Manufactura	1	Diseño Mecánico	3	Módulo de Ingeniería Aplicada 4	3	Práctica Profesional	11
Cálculo Diferencial	3	3	3	3	Libre configuración	Aplicaciones de la Mecánica de Materiales	3	Taller de Procesos de Manufactura	2	Máquinas Térmicas e Hidráulicas	2	Ingeniería de Control	2		
Geometría Analítica	3	3	3	3	Fundamentos de Mecánica de Materiales	Mecanismos	3	Elementos de Máquina	3	Laboratorio de Máquinas Térmicas e Hidráulicas	1	Laboratorio de Ingeniería de Control	1		
Fundamentos de Química	3	3	2	1	Laboratorio de Mecánica de Materiales	Mecánica de Fluidos	3	Transferencia de Calor	3	Gestión del Mantenimiento	3	Gestión Industrial	3		
Introducción a la Ingeniería Mecánica	1	3	3	3	Dinámica Aplicada	Estadística y Diseño de Experimentos	3	Gerencia para Ingenieros	3	Gestión de Proyectos	3	Contexto Profesional	1		
Módulo de Ingeniería Aplicada 1	2	1		3	Termodinámica			Electiva	3	Optativa 1	3	Metodología de la Investigación	1		
													Optativa 2	3	
<b>Total créditos</b>															<b>144</b>

## **Conclusiones**

La nueva propuesta curricular del Programa de Ingeniería Mecánica de la UPB, en Medellín, Colombia, presenta elementos diferenciadores con el programa tradicional que históricamente desarrollo, toda vez que es producto de un proceso reflexivo de la comunidad académica que parte desde el concepto mismo de la disciplina hasta la distribución de cada curso en el tiempo, pasando por propósitos de formación, perfil de egreso, desarrollo de capacidades humanas y competencias profesionales.

El Programa, en su nueva propuesta curricular da respuesta a las acciones de mejora sugeridas por los pares académicos en los dos procesos de acreditación de alta calidad que ha tenido, toda vez que logra disminuir la presencialidad y encuentra espacios como la práctica Profesional y los Módulos de Ingeniería Aplicada que dan una valoración en créditos a los trabajos que hacen los estudiantes.

La transformación curricular del Programa genera espacios para la implementación de nuevas metodologías de aprendizaje, toda vez que su énfasis está en el desarrollo de las competencias y no en la cantidad de contenidos y el protagonista debe ser el estudiante que con su trabajo y aportes construya su propio conocimiento.

## Referencias

1. BUILES, Carlos, MANRIQUE, Jorge. Las Prioridades Investigativas en Ingeniería Mecánica: un Estudio Prospectivo en Antioquia. Tesis de Maestría. Universidad Pontificia Bolivariana, 2000.
2. Universidad Pontificia Bolivariana, Informe de Autoevaluación del Programa de Ingeniería Mecánica, 2000.
3. FLÓREZ, Diego. Estudio prospectivo al año 2020 del programa de Ingeniería Mecánica de la Universidad Pontificia Bolivariana sede Medellín. Tesis de Maestría. Universidad Pontificia Bolivariana, 2010.
4. Universidad Pontificia Bolivariana, Informe de Autoevaluación del Programa de Ingeniería Mecánica, 2010.
5. Universidad Pontificia Bolivariana, Modelo Pedagógico Integrado, 2009. • Universidad Pontificia Bolivariana, Informe de Transformación Curricular, Programa de Ingeniería Mecánica, 2013.
6. Universidad Pontificia Bolivariana, Proceso de transformación curricular. Orientaciones Metodológicas, 2011.
7. Universidad Pontificia Bolivariana, Transformación Curricular del Programa de Ingeniería Mecánica, 2015.
8. NUSSBAUM, Martha. Las fronteras de la justicia. Consideraciones sobre la exclusión. Barcelona: Paidós, 2006.



## Evaluación significativa de prácticas de laboratorio: portfolios versus prueba final objetiva

Jesús Manuel Fernández Oro<sup>a</sup>, Andrés Meana-Fernández<sup>b</sup>, Raúl Barrio Perotti<sup>c</sup>, José González Pérez<sup>d</sup> y Eduardo Blanco Marigorta<sup>e</sup>

Área de Mecánica de Fluidos, Departamento de Energía, Universidad de Oviedo.

(<sup>a</sup>jesusfo@uniovi.es, <sup>b</sup>andresmf@uniovi.es, <sup>c</sup>barrioraul@uniovi.es, <sup>d</sup>aviados@uniovi.es, <sup>e</sup>eblanco@uniovi.es)

---

### **Abstract**

*In this work, the results from the evaluation of the laboratory sessions in the Fluid Machinery and Systems subject of the Bachelor Degree in Mechanical Engineering at the University of Oviedo with two different methodologies are presented: evaluation of technical reports from the sessions (individual portfolio of the students) versus a final evaluation test (single objective exam). The statistical analysis of the data during the last five academic years reveals that the portfolio evaluation is less correlated with the final grade of the subject obtained by the students, showing overrated marks with narrow dispersions. On the contrary, the final exam evaluation exhibits a higher correlation with the final grades, presenting a more representative distribution. The evaluation based in a final test is found to be more significant, unbiased, more coherent and able to reduce the subjectivity observed in previous years with the reports-based evaluation.*

**Keywords:** *laboratory evaluation; statistical analysis of data; practicum exam; significant evaluation of laboratory sessions.*

---

### **Resumen**

*En este estudio se comparan los resultados de la evaluación de las prácticas de laboratorio en la asignatura de Máquinas y Sistemas Fluidomecánicos de tercer curso del Grado en Ingeniería Mecánica por la Universidad de Oviedo siguiendo dos métodos de evaluación diferentes: evaluación de memorias de prácticas (portfolio personal de cada alumno) frente a evaluación única mediante examen de prácticas (prueba final objetiva). El análisis estadístico de*

*los datos recabados durante los últimos cinco cursos académicos revelan que la evaluación según portfolio está peor correlacionada con la nota final de la asignatura, obteniéndose mayores calificaciones y con muy poca dispersión. Por el contrario, la evaluación a partir de un examen final muestra resultados que correlacionan mejor con la distribución total de notas de la asignatura, presentando además una distribución de notas más amplia y normalizada. La evaluación con prueba final objetiva resulta ser más significativa, eliminando sesgos diversos y reduciendo la subjetividad observada en la evaluación a partir de las memorias de prácticas durante años precedentes.*

**Palabras clave:** *evaluación de prácticas; análisis estadístico de resultados; examen de prácticas; evaluación significativa de actividades de laboratorio.*

## **Introducción**

En el contexto de las titulaciones técnicas, y en especial en el ámbito de las Ingenierías, es muy habitual que las distintas asignaturas que conforman los planes de estudio recojan en sus Guías Docentes actividades prácticas evaluables dentro de las actividades formativas presenciales (Edward (2002), Feisel y Rosa, (2005), Ionescu (2015)). El peso de estas actividades prácticas en la evaluación final del alumno depende de varios factores como pueden ser el grado de practicidad de la asignatura en cuestión, el módulo al cual pertenezca (obligatorio u optativo, básico o específico, común o de especialización), el número de alumnos que la cursen y de profesores que la impartan o incluso el ciclo de estudios al cual pertenece la asignatura (grado, máster, doctorado).

Lógicamente, en función de la ponderación otorgada a la evaluación de esas prácticas, así como de la carga docente que representen (tanto en cantidad de alumnos como en cantidad de objetivos y resultados de aprendizaje asociados) el sistema utilizado para evaluarlas será más o menos elaborado. De hecho, el contenido práctico de una asignatura puede ser el núcleo fundamental de evaluación (por ejemplo cuando sea necesario acreditar que se han adquirido unas competencias prácticas determinadas) o bien sólo una parte complementaria cuando se trate de una asignatura de características más teóricas o conceptuales.

En cualquier caso, el desarrollo de una metodología de evaluación de los contenidos prácticos de una asignatura es una tarea ardua y compleja (Garrido (2001), De la Fuente Aragón et al. (2013)) En primer lugar, por la naturaleza de las prácticas, que pueden ser de muy diversos tipos (Alam, 2014): prácticas demostrativas o participativas en el laboratorio, prácticas de ordenador, prácticas de aula, prácticas de campo, prácticas de taller, etc., pero también por los medios disponibles que condicionan cómo se realizan esas prácticas: ya sean de manera individual o bien de forma grupal, y de en cuántas sesiones y con qué intensidad se van a realizar. Además, el número de alumnos participantes, así como el número de grupos y de

profesores implicados en la asignatura (si éstos son además de distintas categorías profesionales y con distintos regímenes de dedicación) pueden hacer que la coordinación y evaluación de dichas prácticas sea especialmente complicada.

De forma general, las pruebas de evaluación de prácticas deberían ser capaces de comprobar que las habilidades y destrezas adquiridas por los alumnos y las alumnas son suficientes para acreditar que cumplen con los objetivos y resultados de aprendizaje asociados a las prácticas (Martínez et al., 2011). Obviamente, lo ideal sería poder plantear sesiones de evaluación personalizadas en las que se hiciesen pruebas prácticas de ejecución, aunque en muchas situaciones esto no es factible por falta de tiempo y medios. En su lugar, se pueden plantear ejercicios prácticos por escrito que emulen las condiciones de las prácticas con objeto de evaluar cómo los alumnos resuelven el proceso de ejecución de las prácticas y los resultados obtenidos. Como situación intermedia, a modo de evaluación diferida, también se utiliza la evaluación a través de un portfolio donde cada alumno presenta un informe o memoria de las prácticas (uno o varios *reports*) donde resume las actividades realizadas y discute de forma crítica unas conclusiones finales. Posteriormente, el evaluador diseña un sistema de rúbricas docentes o guías de puntuación que utiliza para evaluar las memorias entregadas.

El sistema de evaluación a través de un de memorias de prácticas portfolio (Barragán Sánchez (2005), Ballesteros Triblado (2011)) es un sistema menos exigente que una prueba final presencial, y en el que además es habitual tener un mayor grado de subjetividad a la hora de calificar los informes. Es un método habitual cuando el peso de la evaluación no es muy acusado (hasta un 25% de la nota total de la asignatura) y hay un gran número de profesores implicados en la evaluación. El diseño de un sistema de rúbricas adecuado, basado en una buena definición de cuestionarios a cumplimentar (Tortajado-Genaro, 2012), puede reducir el grado de subjetividad, aunque no es fácil eliminar el sesgo asociado a los criterios personales de corrección de cada evaluador.

En contraposición, una prueba final de evaluación es una metodología más objetiva, pero también más demandante para el alumno. Es el método tradicional que se utiliza cuando el peso de las prácticas en la evaluación de la asignatura es preponderante (Perdines et al, 2013). El diseño del test debe garantizar que el alumno puede reproducir lo aprendido en las prácticas en unas condiciones equivalentes a las experimentadas durante la realización de las sesiones prácticas. Se ha de ser especialmente cuidadoso con el contenido del test, evitando introducir complejidades y elementos adicionales a los presentes durante las prácticas.

En este trabajo, se van a valorar estos dos métodos de evaluación para las Prácticas de Laboratorio de la asignatura de tercer curso de Máquinas y Sistemas Fluidomecánicos del Grado en Ingeniería Mecánica de la Universidad de Oviedo. Tras tres años (2013/14, 2014/15 y 2015/16) realizando la evaluación de las prácticas de laboratorio mediante un sistema de evaluación por portfolio individual de las memorias entregadas, se ha venido observando un progresivo descenso en la calidad de las memorias, así como una distribución de notas con

muy poca dispersión y con puntuaciones generalmente sobrevaloradas. Además, se han observado criterios de corrección dispares entre los profesores (hasta nueve profesores involucrados en la corrección de las prácticas de laboratorio), por lo que se ha optado a sustituir el sistema de evaluación por una sesión final de evaluación a modo de examen de prácticas (años 2016/17 y actual 2017/18). A continuación, se muestran los resultados obtenidos mediante un análisis estadístico de las notas de prácticas, en los que se confirma la menor subjetividad del método por prueba final a costa de una distribución de notas más dispar y generalmente con menores puntuaciones.

### **Un caso de estudio: la asignatura de Máquinas y Sistemas Fluidomecánicos (MSF).**

La asignatura de Máquinas y Sistemas Fluidomecánicos (MSF) es una asignatura obligatoria de 6 créditos ECTS, situada en el primer cuatrimestre del tercer curso académico dentro del módulo común del Grado en Ingeniería Mecánica por la Universidad de Oviedo, e impartido en la Escuela Politécnica de Ingeniería de Gijón. Tiene como objetivos proporcionar al alumno el conocimiento de los principios de funcionamiento y aplicaciones de las máquinas de fluidos e introducirles en las tecnologías de transporte de fluidos, transmisión de potencia, propulsión, conversión energética y otras aplicaciones de la ingeniería de fluidos. La asignatura también se imparte en inglés para el grupo del itinerario bilingüe del Grado Mecánico.

La asignatura comprende 150 horas de trabajo personal del alumno, 60 de las cuales son de trabajo presencial (28 de clases expositivas, 14 de seminarios, 14 de prácticas de laboratorio, 2 de tutorías grupales y 2 para sesiones de evaluación) y 90 de trabajo no presencial (uso del Campus Virtual y trabajos individuales). Para la calificación final de la asignatura se tienen en cuenta las prácticas de laboratorio (15%) y otra serie de actividades propuestas (elaboración de anteproyectos para diseño de pequeñas instalaciones) que suponen otro 15%. Finalmente, un examen de la asignatura a su término representa el 70% restante de la calificación.

Normalmente, la asignatura cuenta con unos 150 alumnos matriculados al año y un porcentaje de aprobados ligeramente superior al 60% (tasa de rendimiento). Los estudiantes suelen tener una percepción de dificultad baja de la asignatura, de modo que mantienen una actitud positiva y el convencimiento de que pueden aprobar la asignatura con cierta facilidad. Por otro lado, el temario es relativamente corto y con contenidos homogéneos y progresivos, lo cual facilita el seguimiento y la comprensión de la materia. Además, las bases de la asignatura ya se han introducido adecuadamente en la asignatura obligatoria de Mecánica de Fluidos de segundo curso, en la que un tema de dicho curso sienta las bases teóricas de la asignatura de tercer curso. Por lo tanto, la asignatura se concibe como una “ampliación” de conceptos que los alumnos ya han aprendido en cursos anteriores, facilitando enormemente el proceso de aprendizaje y retroalimentando positivamente la confianza de los estudiantes. Cabe decir que

Jesús Manuel Fernández Oro, Andrés Meana-Fernández, Raúl Barrio-Perotti, José González Pérez y Eduardo Blanco Marigorta

el número de horas que dispone la asignatura es suficiente, lo cual permite avanzar a buen ritmo y sin sobresaltos en los distintos aspectos de la asignatura.

En la Tabla 1 se muestra la evolución en el número de matriculados de la asignatura durante los últimos 5 años, acompañado de los principales indicadores de rendimiento académico de la asignatura: la tasa de rendimiento TR (créditos aprobados/créditos matriculados), la tasa de éxito TEX (créditos aprobados/créditos presentados a evaluación) y la tasa de evaluación TEV (créditos presentados a evaluación/créditos matriculados). Además, se aportan los mismos datos correspondientes al total de la titulación para situar a la asignatura dentro de su contexto. Nótese que la asignatura presenta mejores indicadores que la media de la titulación.

**Tabla 1. Evolución de los Indicadores del Rendimiento Académico de la Asignatura MSF (años 2012/13 a 2017/18) en comparación con los totales de la titulación.**

Curso Académico		2012/13	2013/14	2014/15	2015/16	2016/17	2017/18
<b>Asignatura Máq. y Sist. (MSF)</b>	Nº alum.	64	136	165	129	156	128
	TR	62.3 %	62.1 %	61.0 %	60.8 %	63.8 %	32.8 % <sup>(*)</sup>
	TEX	74.5 %	70.3 %	72.0 %	69.6 %	77.4 %	56.0 % <sup>(*)</sup>
	TEV	83.6 %	88.3 %	84.7 %	87.3 %	82.5 %	58.6 % <sup>(*)</sup>
<b>Grado Ing. Mecánica (GIMECA)</b>	Nº alum. NI	222	227	242	196	177	168
	TR	51.3 %	59.6 %	59.6 %	59.2 %	61.4 %	ND
	TEX	64.3 %	69.8 %	71.9 %	71.7 %	73.9 %	ND
	TEV	79.7 %	85.4 %	82.9 %	82.6 %	83.1 %	ND

(\*) Resultados provisionales (sólo están disponibles los datos de la primera convocatoria de enero).

(\*\*) NI: de Nuevo Ingreso. ND: Datos No Disponibles.

**Figura 1. Valoraciones de satisfacción del programa formativo de la asignatura (EGEred 2016/17)**

Pregunta →	PROGRAMA FORMATIVO				ORIENTACIÓN	PRÁCTICAS	SATISFACCIÓN					
	1. Información	2. Contenidos	3. Sistema de Evaluación	4. Campus Virtual			MEDIA Programa Formativo	5. Atención y Seguimiento del Profesorado tutor	MEDIA Orientación	6. Actividades Prácticas	MEDIA Prácticas	7. Aprendizaje
8-10	43	41	38	49	34	46	43	42				
5-7	42	44	34	34	39	29	40	40				
3-4	3	2	5	4	11	6	6	6				
0-2	0	1	3	2	2	8	2	2				
Nº Respuestas	88	88	80	89	86	89	91	90				
Valor Medio	7,40	7,23	6,95	7,47	7,27	6,80	6,80	6,97	6,97	7,08	6,99	7,03
Media Titulación	7,24	7,47	7,14	7,02	7,22	7,12	7,12	7,14	7,14	6,85	6,86	6,86

Paralelamente, para observar el grado de satisfacción de los alumnos con la asignatura, se muestran en la Figura 1 los resultados de la Encuesta General en Red (2016/17) para un total de 91 respuestas sobre 156 matriculados (significativa tasa de respuesta del 58.3%). La satisfacción media con la asignatura está perfectamente alineada con los valores típicos de la titulación y el programa formativo está valorado positivamente, claramente por encima de la media. Sin embargo, la orientación en la asignatura y los contenidos prácticos están peor valorados, probablemente penalizados por el excesivo número de profesores que participan en las prácticas, el número elevado de grupos de prácticas (ocho) e incluso la disparidad de horarios existente para poder ajustar las prácticas a la planificación del curso.

### **Análisis de los contenidos prácticos de la asignatura**

El temario de prácticas comprende la realización de tres prácticas: (1) Banco oleohidráulico; (2) Curva característica de una bomba centrífuga y (3) Curva característica de un ventilador axial. Las prácticas se realizan en el laboratorio docente del Área de Mecánica de Fluidos del Departamento de Energía de la Universidad de Oviedo, situado en el edificio departamental zona este de la Escuela Politécnica de Ingeniería de Gijón. Debido al gran número de matriculados, los 8 grupos de prácticas (PL-1 a PL-8) se subdividen a su vez en subgrupos A y B, resultando un total de 16 subgrupos de prácticas. Finalmente, cada subgrupo se divide en dos equipos (a y b) que realizan las prácticas el mismo día, pero de forma independiente. Estos últimos equipos se formalizan durante la realización de la primera práctica.

Típicamente, la primera práctica se imparte en las semanas correspondientes al 4-10 oct y 16-20 oct (aprox.), la segunda práctica se realiza durante las semanas 23-27 oct y 6-10 nov (aprox.) y la tercera práctica se completa en las semanas 13-17 nov y 20-24 nov (aprox.). Por último, desde 2016/17, se ha incorporado una tutoría grupal de evaluación (semana 27 nov-1 dic) en la que se les realiza a los alumnos una prueba final objetiva.

La primera práctica consiste en la construcción de circuitos oleohidráulicos sencillos que permite contestar a un sencillo cuestionario sobre el comportamiento de los circuitos propuestos. La segunda y tercera práctica tratan sobre la obtención de las curvas características de bombas y ventiladores, midiendo las prestaciones en términos de caudal y presión entregada, así como la potencia consumida por las máquinas para obtener su rendimiento. En estos casos, se utilizan los métodos de medida propuestos por las normas estándar.

En relación a la evaluación de las prácticas, hasta el curso académico 2015/16, se venía realizando una valoración basada en las memorias de prácticas entregadas por los alumnos (Choate y Schmaltz (2005), Johnson y Morphey (2016)). En particular, en el documento de organización de las prácticas, anexo a la guía docente, se recogía el siguiente sistema de evaluación:

Jesús Manuel Fernández Oro, Andrés Meana-Fernández, Raúl Barrio-Perotti, José González Pérez y Eduardo Blanco Marigorta

*“A lo largo de cada sesión, cada alumno deberá realizar individualmente los cálculos y trabajos asociados a la práctica correspondiente. Cualquier duda o problema que surja podrá ser consultada con el profesor encargado de la sesión durante su realización. Los cálculos y resultados serán recogidos en una plantilla manuscrita, que deberá ser entregada a dicho profesor al finalizar la sesión práctica (es decir, no se permitirán entregas posteriores). En su caso, el profesor podrá devolver el informe al alumno para que éste corrija los posibles errores o carencias.*

*Una vez entregado el informe correspondiente a cada sesión, el profesor encargado procederá a su calificación. Cada alumno obtendrá una nota de prácticas, como resultado del promedio de la nota de cada una de ellas. La nota final de prácticas tendrá un valor máximo de 1.5 puntos, que se sumará a la correspondiente al examen escrito, que tendrá un valor máximo de 7.0 puntos”.*

Posteriormente, desde 2016/17, y tras haber detectado una falta de uniformidad en los criterios de corrección, se sustituye la evaluación a través de las memorias por una evaluación de prueba final objetiva. Así, el nuevo texto en relación a la valoración y sistema de evaluación queda redactado de la siguiente manera (se destacan los cambios respecto a la versión previa):

*“A lo largo de cada sesión, cada alumno deberá realizar individualmente los cálculos y trabajos asociados a la práctica correspondiente. Cualquier duda o problema que surja podrá ser consultada con el profesor encargado de la sesión durante su realización. Los cálculos y resultados serán recogidos en una plantilla manuscrita, que el alumno conservará al finalizar la sesión práctica (es decir, no se recogerá informe de prácticas). En su caso, el profesor podrá anotar posibles errores o carencias en los informes para que el alumno pueda corregirlos y comprender su alcance.*

*Se realizará como Tutoría Grupal una sesión de evaluación de prácticas en la última semana del cuatrimestre. Cada alumno podrá llevar los informes que ha ido generando en las prácticas, así como los guiones y material de estudio que considere oportuno (apuntes de clase, problemas resueltos o formulario). Cada alumno contestará a un sencillo cuestionario para evaluar su comprensión del contenido de las prácticas de la asignatura. Finalmente, se obtendrá una nota de prácticas, como resultado únicamente de la corrección de dicho cuestionario. La nota final de prácticas tendrá un valor máximo de 1.5 puntos, que se sumará a la del examen escrito, que tendrá un valor máximo de 7.0 puntos.”*

### **Grupos de prácticas y resultados 2013/14 a 2015/16**

A continuación, se analizan los resultados de las notas de laboratorio obtenidas durante 3 cursos académicos (2013/14, 2014/15 y 2015/16) utilizando el método de evaluación basado en la calificación del informe de prácticas.

En primer lugar, se muestran en la Tabla 2 el número de alumnos que había en cada grupo. Además, se identifican los profesores (con sus iniciales) que estuvieron a cargo de cada uno de esos grupos. El número medio de alumnos por grupo durante esos años fue de 15.2 alumnos por grupo, un valor adecuado conforme a los 16 alumnos que se prevén al principio del curso. Solamente el número de alumnos fue algo mayor en el curso 2014/15 como consecuencia de un repunte en la matrícula. Nótese que durante esos años se contó de media con 4 profesores para impartir los 8 grupos de prácticas.

Tabla 2. Composición de los grupos de prácticas durante los cursos 2013/14 a 2015/16.

Curso Académico	2013/14		2014/15		2015/16	
Grupo	Nº Alu.	Prof.	Nº Alu.	Prof.	Nº Alu.	Prof.
PL-1	13	RBP	18	BGH	10	MGV
PL-2	16	JMC	16	BPG	15	PGR
PL-3	16	JFO	14	RBP	14	MGV
PL-4	15	JMC	18	BPG	16	PGR
PL-5	13	JMC	19	MGV	16	KAD
PL-6	14	RBP	16	BPG	12	KAD
PL-7	16	EBM	18	MGV	14	MGV
PL-8	13	EBM	19	MGV	16	MGV
<b>Promedio/Total</b>	<b>14.5</b>	<b>4</b>	<b>17.2</b>	<b>4</b>	<b>14.1</b>	<b>4</b>

Tabla 3. Puntuaciones de prácticas obtenidas durante los cursos 2013/14 a 2015/16.

Curso Académico	2013/14		2014/15		2015/16	
Grupo	N <sub>M</sub>	σ	N <sub>M</sub>	σ	N <sub>M</sub>	σ
PL-1	1.35	0.13	1.23	0.16	1.40	0.09
PL-2	1.28	0.14	1.24	0.10	1.22	0.21
PL-3	1.26	0.10	1.31	0.14	1.34	0.06
PL-4	1.26	0.05	1.25	0.12	1.29	0.18
PL-5	1.20	0.24	1.31	0.12	1.22	0.09
PL-6	1.39	0.06	1.19	0.15	1.22	0.14
PL-7	1.39	0.17	1.28	0.17	1.35	0.15
PL-8	1.33	0.24	1.29	0.11	1.30	0.16
<b>Promedio</b>	<b>1.31</b>	<b>0.161</b>	<b>1.26</b>	<b>0.14</b>	<b>1.29</b>	<b>0.16</b>

En la Tabla 3 se muestran las notas medias (N<sub>M</sub>) obtenidas en cada grupo de prácticas durante esos años, así como la desviación típica de cada grupo (σ) para dar una idea de la dispersión en las notas. Como se puede observar, en especial a partir de los promedios anuales (última fila de la tabla), se deduce que existe una evidente uniformidad, con unos valores característicos típicos. En particular, la media total de la nota de prácticas de esos 3 años quedaría fijada en **1.29 ± 0.15**.

Adicionalmente, a partir de los resultados de la Tabla 3, se ha tratado de encontrar algún tipo de correlación entre la calificación de cada grupo y el número de alumnos, el año, o el profesor que impartía las sesiones de prácticas. Se han considerado las 24 notas medias y también las 24 dispersiones de todos los grupos durante esos 3 cursos académicos y se han calculado sus coeficientes de correlación respecto a estas 3 variables: número de alumnos, profesor y número de grupo (equivalente a horario), buscando encontrar alguna correlación subyacente que pudiera informar de algún sesgo oculto en la evaluación (ajenos al propio estudiante). Lo más destacado (ver Tabla 4) es que aparece una leve correlación negativa (-0.32) entre el número de alumnos en un grupo y la nota media del grupo (a menor número de alumnos en el grupo se intuye una mejor nota media del grupo) y una importante correlación (0.75) entre la nota media del grupo y el profesor que lo evalúa (sin embargo, en las dispersiones no se

aprecia esa relación), confirmando que hay un significativo sesgo en función del profesor que evalúa el informe de prácticas.

**Tabla 4. Análisis de correlación de factores en las notas de prácticas, 2013/14 a 2015/16.**

Cursos 2013/2016 Factor	Coeficiente de Correlación, $r^{(*)}$ , respecto a:	
	Nota Media (NM)	Dispersión ( $\sigma$ )
Núm. Alumnos por grupo	<b>-0.32</b>	-0.05
Horario del grupo (ID del grupo, PL1 a 8)	0.09	0.25
Profesor (9 profesores identificados)	<b>0.75</b>	0.01

(\*) El coeficiente de correlación se define como:  $r = \frac{\sum(x - \bar{x})(y - \bar{y})}{\sqrt{\sum(x - \bar{x})^2 \sum(y - \bar{y})^2}}$

Por otro lado, conviene no sólo testear los resultados de evaluación en función de factores externos al alumno, sino también tener en cuenta la propia motivación y responsabilidad del alumno. Aunque no es posible hacer un análisis directo, es interesante cotejar las notas obtenidas en las prácticas con las notas obtenidas a posteriori en la evaluación del examen de la asignatura en el caso de cada alumno. Así, por ejemplo, la Tabla 5 muestra la nota media y la dispersión observada en las notas de prácticas (en negrita) para dos grupos de control distintos: para alumnos que finalmente aprobaron el examen de la convocatoria correspondiente (color azul) y para alumnos que finalmente lo suspendieron (color rojo). Los resultados muestran claramente la total independencia de la nota de prácticas respecto de la nota del examen:  $1.30 \pm 0.16$  para los que finalmente aprobaron por  $1.29 \pm 0.16$  para los que suspendieron. En otras palabras, la nota de prácticas no está reflejando que su evaluación sea significativa para el aprendizaje, ya que sacan las mismas puntuaciones el grupo de alumnos que finalmente aprueban que los que suspenden. En la Figura 3 -izquierda- se muestra en un gráfico de dispersión la relación entre las notas de prácticas (ordenadas) y la del examen (abscisas) de cada alumno para un total de 190 alumnos finalmente aprobados (puntos azules) frente a 279 suspensos (puntos rojos). Los puntos cuadrados representan el valor medio de cada grupo.

**Tabla 5. Notas prácticas de los estudiantes que aprobaron el examen (datos con fondo azul) frente a notas de prácticas de alumnos finalmente suspensos (datos con fondo rojo) – cursos 2013 a 2016.**

Acta	Prueba	Cursos 2013-2016	
		Nota Media (NM)	Dispersión ( $\sigma$ )
Aprobados	Nota de Prácticas (0 a 1.5 puntos)	<b>1.30</b>	<b>0.16</b>
	Nota del Examen (0 a 10 puntos)	5.14	1.05
Suspendidos	Nota de Prácticas (0 a 1.5 puntos)	<b>1.29</b>	<b>0.16</b>
	Nota del Examen (0 a 10 puntos)	2.10	0.97

### **Grupos de prácticas y resultados 2016/17 a 2017/18**

Se muestran ahora los resultados de las notas de laboratorio obtenidas durante 2 cursos académicos (2016/17 y 2017/18) utilizando el método de evaluación basado en la calificación por prueba final objetiva (examen de prácticas). El examen consistía en la construcción de las curvas de funcionamiento de los equipos a partir de unos datos simulados de medición obtenidos en el laboratorio. Para reducir el nivel de exigencia, a los estudiantes se les permitió utilizar todo tipo de material (apuntes, libros, guiones, etc.) para la realización del test.

Como en el apartado anterior, se muestran en primer lugar las composiciones de los grupos de prácticas (Tabla 6), tanto en número de alumnos como de profesores (con sus iniciales). En esta ocasión, el número medio de alumnos por grupo durante esos años fue de 13.3 alumnos por grupo, un valor algo inferior al de referencia de 16 alumnos, consecuencia lógica del progresivo descenso en el número de matriculados de nuevo ingreso observada en la Tabla 1. Así mismo, durante esos años una media de 5 profesores impartió los 8 grupos de prácticas.

**Tabla 6. Composición de los grupos de prácticas durante los cursos 2016/17 y 2017/18.**

Curso Académico	2016/17		2017/18	
	NºAlu.	Prof.	Nº Alu.	Prof.
PL-1	16	MGV	13	MGD
PL-2	11	PGR	12	RBP
PL-3	12	MGV	13	MGV
PL-4	16	AZL	12	RBP
PL-5	13	KAD	13	BDP
PL-6	16	MGV	14	AGS
PL-7	11	PGR	11	PGR
PL-8	17	MGV	13	MGV
<b>Promedio/Total</b>	<b>14.0</b>	<b>4</b>	<b>12.6</b>	<b>6</b>

**Tabla 7. Puntuaciones de prácticas obtenidas durante los cursos 2016/17 a 2017/18.**

Curso Académico	2016/17		2017/18	
	N <sub>M</sub>	$\sigma$	N <sub>M</sub>	$\sigma$
PL-1	0.98	0.26	1.23	0.41
PL-2	1.23	0.16	1.13	0.31
PL-3	1.04	0.27	1.11	0.29
PL-4	1.17	0.19	0.98	0.34
PL-5	1.03	0.33	1.40	0.09
PL-6	0.87	0.30	0.97	0.32
PL-7	1.02	0.40	1.07	0.40
PL-8	0.95	0.38	1.00	0.33
<b>Promedio</b>	<b>1.02</b>	<b>0.32</b>	<b>1.13</b>	<b>0.32</b>

En la Tabla 7 se muestran las notas medias ( $N_M$ ) y las desviaciones ( $\sigma$ ) obtenidas por los alumnos en cada grupo de prácticas durante los dos últimos años. Nótese el importante descenso observado en la nota media de las puntuaciones, así como el significativo aumento en la dispersión, rompiendo así la excesiva uniformidad observada en el método de evaluación anterior. En particular, la media total de la nota de prácticas de estos 2 últimos años quedaría fijada en  $1.07 \pm 0.32$ .

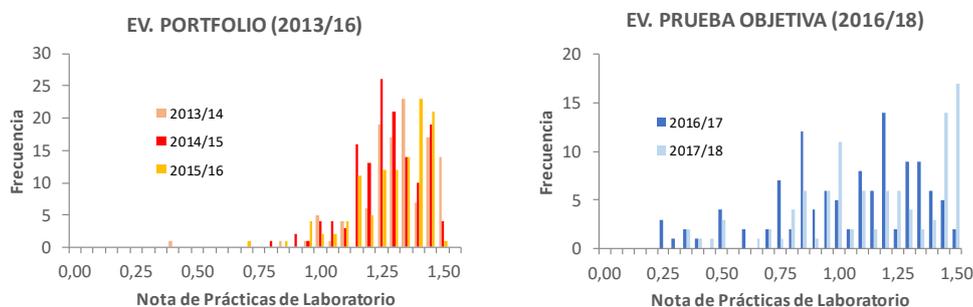
También se han utilizado los datos de la Tabla 7 para buscar correlaciones de estas nuevas puntuaciones con alguno de los factores analizados anteriormente. Así, la Tabla 8 revela que sigue habiendo una leve correlación negativa (-0.35) con el número de alumnos y que aparece ahora también una leve correlación negativa (-0.41) con el número de grupo. En cualquier caso, lo más relevante es el descenso observado en la correlación respecto al profesor que evalúa cada grupo (0.47), lo que permite concluir que el sesgo asociado a la corrección personal de cada docente se mitiga de manera importante.

**Tabla 8. Análisis de correlación de factores en las notas de prácticas, 2016/17 y 2017/18.**

Cursos 2016/2018 Factor	Coeficiente de Correlación, r, respecto a:	
	Nota Media ( $N_M$ )	Dispersión ( $\sigma$ )
Núm. Alumnos por grupo	-0.35	-0.10
Horario del grupo (ID del grupo, PL1 a 8)	-0.41	0.32
Profesor (8 profesores identificados)	0.47	-0.02

Para resaltar cómo el examen de prácticas ha mejorado la distribución de notas, se muestra en la Figura 2 la comparación de los histogramas de las calificaciones de prácticas con ambos sistemas. Las notas se han agrupado en bloques de calificación de 0.05 en 0.05 puntos. En la izquierda, los resultados de la evaluación por portfolio evidencian la poca dispersión de las notas y la sobrevaloración en la nota media de las puntuaciones. Por el contrario, en la derecha, se observa cómo la evaluación según examen devuelve una mayor dispersión y un valor medio más bajo, más razonable de lo que cabe esperar de los grupos de prácticas.

**Figura 2. Comparativa de los histogramas de notas de prácticas de laboratorio: evaluación según portfolio de memorias (izquierda) vs evaluación por examen final (derecha).**



*Evaluación significativa de prácticas de laboratorio: portfolios versus prueba final objetiva*

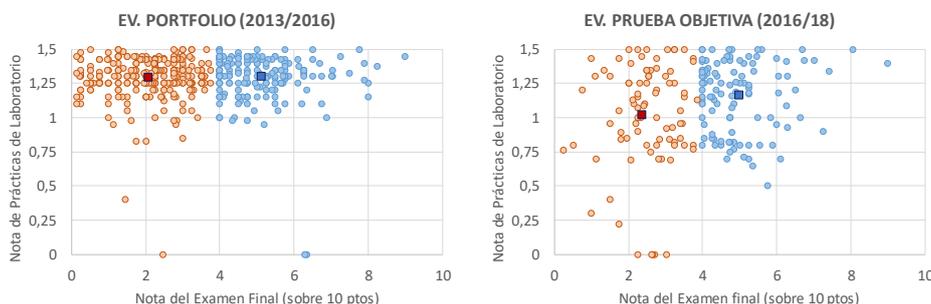
El punto final del análisis se lleva a cabo en la Tabla 9 comparando nuevamente las puntuaciones medias obtenidas en las prácticas por los alumnos que además han aprobado el examen de la asignatura (fondo azul), en relación a los que finalmente han sido incapaces de aprobarla (fondo rojo). Amén de la importante desviación registrada ahora, lo más destacado es que las notas son ahora mucho más significativas, de modo que los alumnos que al final aprueban obtienen también unas puntuaciones de prácticas mucho más altas. Nótese que se obtiene una diferencia de casi 0.15 puntos sobre 1.5 (de 1.16 por los aprobados a 1.02 por los suspensos). Esto supone prácticamente un 10% de diferencia, en contraposición a la inexistente diferencia observada en el método de evaluación por memorias entregables.

Como colofón se comparan estos nuevos resultados tabulados dentro de la representación gráfica ideada para la Figura 3. En esta ocasión se ha contado con datos de 116 alumnos finalmente aprobados (puntos azules) frente a 99 suspensos (puntos rojos). En dicha Figura 3 -derecha- se observa sin género de dudas una distribución de notas mucho más dispersa con valores medios notablemente dispares entre aprobados y suspensos.

**Tabla 9. Notas prácticas de los estudiantes que aprobaron el examen (datos con fondo azul) frente a notas de prácticas de alumnos finalmente suspensos (datos con fondo rojo) – cursos 2016 a 2018.**

Acta	Prueba	Cursos 2016-2018	
		Nota Media (N <sub>M</sub> )	Dispersión ( $\sigma$ )
Aprobados	Nota de Prácticas (0 a 1.5 puntos)	1.16	0.25
	Nota del Examen (0 a 10 puntos)	5.00	0.94
Suspendidos	Nota de Prácticas (0 a 1.5 puntos)	1.02	0.38
	Nota del Examen (0 a 10 puntos)	2.38	0.87

**Figura 3. Comparativa de los diagramas de dispersión de notas de prácticas de laboratorio en función del aprobado (azul) o suspenso (rojo) final en la asignatura. Nota: el aprobado se ha fijado en conseguir al menos un 4 en la calificación del examen.**



## Conclusiones

En este trabajo se han analizado las distribuciones de las notas de prácticas de laboratorio de la asignatura de Máquinas y Sistemas Fluidomecánicos de tercer curso del Grado en Ingeniería Mecánica de la Universidad de Oviedo, valoradas en 1.5 puntos de la nota total de evaluación. Se han tenido en cuenta las notas obtenidas por 684 alumnos durante los últimos 5 cursos académicos en función de dos sistemas de evaluación diferentes: mediante valoración de memorias de prácticas (2013 a 2016) o mediante puntuación de una prueba final objetiva (examen de prácticas, de 2016 a 2018).

Los resultados han puesto de manifiesto que la evaluación mediante portfolio se caracteriza por unas distribuciones de notas con muy poca dispersión y generalmente sobrevaloradas ( $1.29 \pm 0.15$ ), con notables sesgos en función del profesor que califica (correlación positiva de valor  $r=0.75$ ). Además, se ha constatado que la evaluación de las prácticas no es significativa para el aprendizaje de los alumnos ya que el grupo de alumnos finalmente suspenso obtuvo de media ( $1.29 \pm 0.16$ ) prácticamente la misma nota de prácticas que el grupo de alumnos finalmente aprobado ( $1.30 \pm 0.16$ ).

Por el contrario, la evaluación mediante examen de prácticas ha permitido reducir la excesiva uniformidad de notas del sistema anterior, aumentando la dispersión y conteniendo la calificación de las prácticas ( $1.07 \pm 0.32$ ). Además, el sesgo observado respecto al profesor que califica también se ha reducido de manera muy significativa (correlación de valor  $r=0.47$ ). Por último, también se ha evidenciado una mejora en la evaluación en relación al aprendizaje significativo. El grupo de alumnos que finalmente aprobaron la asignatura obtuvo una nota media ( $1.16 \pm 0.25$ ) notablemente mejor (un 10% superior) que el grupo de alumnos finalmente suspensos ( $1.02 \pm 0.38$ ).

Por tanto, la evaluación con prueba final objetiva resulta ser más significativa, eliminando sesgos diversos, reduciendo la subjetividad observada durante años precedentes y proporcionando distribuciones de notas más coherentes y adecuadas.

## Referencias

- Alam, F. (Ed). (2014). *Using Technology Tools to Innovate Assessment, Reporting, and Teaching Practices in Engineering Education*, IGI Global, New York, 409 pp.
- Ballesteros Triblado, E.A., Molina Díaz, A., García Reyes, J.F., Gilbert López, B. (2011). El portafolios como estrategia de evaluación y aprendizaje en las asignaturas de química analítica de la Universidad de Jaén. *Actas del III Congreso Internacional UNIVEST 2011*. Gerona, junio de 2011.
- Barragán Sánchez, R. (2005). El Portafolio, metodología de evaluación y aprendizaje de cara al nuevo Espacio Europeo de Educación Superior. Una experiencia práctica en la Universidad de Sevilla. *Revista Latinoamericana de Tecnología Educativa*, 4, 121-139.

*Evaluación significativa de prácticas de laboratorio: portfolios versus prueba final objetiva*

- Choate, R., Schmaltz, K. (2005). Design, Build and Test in a Thermal Fluids Laboratory Course. *Proceedings of the 2005 ASEE 112<sup>th</sup> Annual Conference & Exposition for Engineering Education*. Portland (OR – USA), junio de 2005.
- De la Fuente Aragón, M.V., Mestre Martí, M., Ros McDonnell, D., Cavas Martínez, F., Hontoria Hernández, E., Suardiaz Muro, J. (2013). Metodología de evaluación del proceso de aprendizaje en clases prácticas. *Actas de las XI Jornadas de Redes de Investigación en Docencia Universitaria*, 1219-1232. Alicante, noviembre de 2013.
- Edward, N.S. (2002). The Role of Laboratory Work in Engineering Education: Student and Staff Perceptions. *International Journal of Electrical Engineering Education*, 39(1)
- Feisel, L.D., Rosa, A.J. (2005). The Role of the Laboratory in Undergraduate Engineering Education. *Journal of Engineering Education*, 94(1), 121-130.
- Garrido, A., Penadés, M.C., Pelechado, V. (2001). Un modelo de evaluación de prácticas en Laboratorio de Ingeniería del Software. *Actas de las VII Jornadas de Enseñanza Universitaria de Informática (JENUI 2001)*, 222-227.
- Guía Docente de la Asignatura Máquinas y Sistemas Fluidomecánicos del Grado en Ingeniería Mecánica. Escuela Politécnica de Ingeniería de Gijón, Universidad de Oviedo. (<http://www.epigi-jon.uniovi.es/index.php/ver-todos-los-grados/37-grado-ingenieria-mecanica/1837-grado-en-ingenieria-mecanica-guias-docentes>).
- Ionescu, D. (2015). The Importance of Working Integrated Learning and Relevant Laboratory Experiments in Engineering Teaching. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 174. 2825-2830.
- Johnson, B.E., Morphew, J.W., An Analysis of Recipe-based Instruction in an Introductory Fluid Mechanics Laboratory. *Proceedings of the 2016 ASEE 123<sup>rd</sup> Annual Conference & Exposition for Engineering Education*, New Orleans (LA – USA), junio de 2016.
- Martínez, M., Cadenato, A., Gallego, I., Jordana, J., Sánchez, F.J. (2011). Algunos ejemplos de buenas prácticas de evaluación del grupo GRAPA-RIMA-Universitat Politècnica de Catalunya. *Actas del XIX Congreso Universitario de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas (19 CUIEET)*. Barcelona, junio de 2011.
- Tortajada-Genaro, L.A., Noguera Murray, P. (2012) Potencial de las rúbricas como herramienta evaluativa en prácticas de laboratorio. *Actas del I Congreso Virtual Internacional sobre Innovación Pedagógica y Praxis Educativa (INNOVAGOGIA 2012)*, 623-631. Sevilla, noviembre de 2012.
- Pardines, I., Sánchez-Elez, M., Chaver, D., Gómez, J.I. (2013). Evaluación Continua on-line en Sesiones Prácticas como Complemento a un Examen Final. *Revista Iberoamericana de Tecnologías del Aprendizaje*, 1(4), 175-183.



## Introducción de la Cultura Científica en Grados de Ingeniería

Jose Manuel Lopez-Guede<sup>a,1</sup>, Inmaculada Tazo<sup>a,2</sup>, Unai Fernandez-Gamiz<sup>a,3</sup>, Ana Boyano<sup>a,4</sup>, Ekaitz Zulueta<sup>a,5</sup>

<sup>a</sup>Escuela de Ingeniería de Vitoria-Gasteiz. Universidad del País Vasco (UPV/EHU). C/Nieves Cano 12, 01006 Vitoria-Gasteiz (España). [1jm.lopez@ehu.es](mailto:1jm.lopez@ehu.es), [2mariaimaculada.tazo@ehu.es](mailto:2mariaimaculada.tazo@ehu.es), [3unai.fernandez@ehu.es](mailto:3unai.fernandez@ehu.es), [4ana.boyano@ehu.es](mailto:4ana.boyano@ehu.es), [5ekaitz.zulueta@ehu.es](mailto:5ekaitz.zulueta@ehu.es)

---

### **Abstract**

*In this paper an Educational Innovation Project (EIP) that is being carried out at the Faculty of Engineering of Vitoria-Gasteiz (Basque Country University, UPV/EHU, Spain) is introduced. Nowadays universities, research institutes and even traditional companies accept the importance of the scientific approach for solving problems, so the aim of the project described in the paper is to introduce the scientific culture in the Bachelor's Degrees of Engineering. In the paper, the key points of the granted project are explained, but since it has just started neither practical issues nor experiences can be still reported.*

**Keywords:** *Educational Innovation Project, Scientific Culture, Active Learning, Cooperative Learning, Faculty of Engineering of Vitoria-Gasteiz*

---

### **Resumen**

*En este trabajo se presenta un Proyecto de Innovación Educativa (PIE) que se está llevando a cabo en la Facultad de Ingeniería de Vitoria-Gasteiz (Universidad del País Vasco, UPV/EHU, España). Hoy en día, las universidades, los institutos de investigación e incluso las empresas tradicionales aceptan la importancia de la aplicación del método científico para resolver problemas, por lo que el objetivo del proyecto descrito en el artículo es introducir la cultura científica en los Grados de Ingeniería. En el artículo se explican los puntos clave del proyecto concedido, pero como apenas ha comenzado, aun no se pueden recoger aspectos prácticos ni experiencias fruto de su implantación.*

**Palabras clave:** *Proyecto de Innovación Educativa, Cultura Científica, Aprendizaje Activo, Aprendizaje Cooperativo, Escuela de Ingeniería de Vitoria-Gasteiz.*

## **Introducción**

En este artículo se presenta un Proyecto de Innovación Educativa (PIE) que está siendo llevado a cabo en la Escuela de Ingeniería de Vitoria-Gasteiz (Universidad del País Vasco, UPV/EHU, España).

Este proyecto parte de la necesidad real de avanzar hacia una sociedad del conocimiento, entendiendo que la universidad está para dar servicio a la sociedad formando la formación de jóvenes con capacidad para cubrir esa necesidad.

En la actualidad la Ingeniería no sólo se basa en disciplinas específicas del ámbito ingenieril sino que está asociada con otras profesiones, como se afirma en (Cross, 1969). La ciencia no se basa en meras concepciones teóricas, sino que son aplicadas en la vida cotidiana. La Ingeniería es una práctica profesional que recurre a la ciencia para su labor, aplicándose en todo tipo de creaciones que utilizamos diariamente.

Por otro lado, uno de los indicadores de calidad de las universidades es el número de publicaciones científicas generadas. Otros indicadores muy valorados dentro del ámbito universitario son el número de doctores/as, así como el número de sexenios. Además, la cultura científica cada vez está más demandada incluso por parte de las empresas de producción. En zonas donde la industria está altamente desarrollada, se conoce bien la importancia de la investigación científica para el mantenimiento de la eficiencia industrial. Se ha demostrado ampliamente que una industria no puede competir con éxito si no perfecciona continuamente sus procedimientos de fabricación a fin de reducir los costos de producción, mejorar la calidad de sus productos y elaborar otros nuevos que respondan a necesidades no satisfechas. Asimismo, uno de los méritos complementarios de la docencia valorado por ANECA, consiste en la participación en proyectos de innovación docente competitivos, con resultados contrastables. Entendemos que este proyecto puede ayudar al profesorado de cara a la acreditación como titular de universidad.

Desde el punto de vista del alumnado, el hecho de que tenga interiorizados los fundamentos de la investigación científica les va a dar un valor añadido, tanto si quieren continuar su formación y realizar un postgrado, máster o doctorado, tanto como de cara a su inserción laboral en centros tecnológicos o empresas de alto nivel tecnológico. A día de hoy, los autores no tienen conocimiento de la existencia de un PIE similar ni en la UPV/EHU ni en otras universidades. Otro aspecto importante a mencionar de cara al apoyo de la investigación y por tanto de cara a la justificación de este proyecto, es el plan de acciones de mejora

de los diferentes grados de la Escuela de Ingeniería de Vitoria-Gasteiz. Algunas de las acciones incluidas en ese plan que concuerdan con los objetivos de este proyecto son:

- Avanzar en el desarrollo de las competencias transversales
- Avanzar en la implementación de nuevas metodologías docentes
- Programar jornadas de investigación y sesiones de intercambio de experiencias y conocimientos
- Potenciar la participación de la Escuela Universitaria de Ingeniería en actividades de divulgación científico-técnica

Por todo ello, este proyecto puede fortalecer la filosofía de la Escuela de Ingeniería de Vitoria-Gasteiz enfocada hacia la formación individualizada. Este proyecto se enmarca dentro de las líneas LP1 (metodologías activas) y LP3 (aprendizaje activo y autónomo) de la convocatoria competitiva de PIEs para 2018/19 del Servicio de Asesoramiento Pedagógico del Vicerrectorado de Innovación y Calidad Docente de la UPV/EHU. Por lo tanto, un proyecto de innovación educativa con el que se incluyan los fundamentos de la investigación y redacción científica en los estudios de grado se considera justificado.

Como una herramienta que encaja de forma intrínseca al objetivo del proyecto, se decidió utilizar una metodología basada en el aprendizaje activo y cooperativo. El aprendizaje activo es una filosofía de aprendizaje amplia que agrupa varios métodos, todos basados en la responsabilidad y la participación de los estudiantes en su aprendizaje (Bonwell, C. y Eison, J., 1991) y (Felder, R.M. y Brent, R., 2009). Uno de ellos, llamado aprendizaje cooperativo, es un paradigma en el que las actividades de aprendizaje se planifican buscando la interdependencia positiva de los estudiantes (Felder, R.M. y Brent, R., 1994) y (Felder, R.M. y Brent, R., 2001).

El resto del artículo está estructurado de la siguiente manera. Tras una primera motivación ya realizada, el artículo enuncia los objetivos de la propuesta de innovación del PIE. A continuación se describe el contenido del proyecto, para explicitarlo aun más mediante la descripción de las tareas previstas del mismo. Finalmente, se describen los beneficios esperados del PIE y se termina recogiendo brevemente las conclusiones del artículo.

### **Objetivos de la propuesta de innovación**

El objetivo general de este proyecto es incorporar los fundamentos de la investigación y la redacción científica en forma de artículo en los diferentes grados arriba indicados. Se pretende formar al alumnado en tareas de búsqueda de información, revisión bibliográfica, y redacción científica. Se quiere incorporar actividades en las asignaturas de grado con el objeto de trabajar las tareas de este proyecto. Se pretende que el alumnado sea capaz de redactar su TFG en forma de artículo científico orientado a un congreso o una publicación, en función del tema y del alcance del TFG desarrollado. En este sentido, el trabajo desarro-

llado en este PIE puede relacionarse con el trabajo desarrollado en otro de los PIEs de la Escuela de Ingeniería de Vitoria en el que se va a incluir la perspectiva de género en la docencia. La posibilidad de relación de ambos proyectos sería a través de la realización de un TFG en la Escuela de Ingeniería de Vitoria incluyendo la perspectiva de género. Además, se podría incluso participar en los Premios Francisca de Aculodi a la inclusión de la perspectiva de género en los trabajos de fin de grado de la UPV/EHU.

**Tabla 1. Asignaturas implicadas en el PIE**

<b>Titulación</b>	<b>Asignatura</b>	<b>Número de estudiantes</b>
<b>Grado en Ingeniería Mecánica</b>	Instalaciones y máquinas hidráulicas (3º)	60
<b>Grado en Ingeniería Mecánica</b>	Pneumatic and hydraulic systems (4º)	15
<b>Grado en Ingeniería en Automoción</b>	Mecánica de Fluidos (1º)	40
<b>Grado en Ingeniería Electrónica Industrial y Automática</b>	Automatismos y Control (2º)	30
<b>Grado en Ingeniería Informática de Gestión y Sistemas de Información</b>	Arquitectura de Computadores (2º)	60

### **Descripción del PIE**

Una vez que los objetivos del proyecto han sido claramente establecidos, el equipo de alcance lo ha estructurado teniendo en cuenta que debe incluir actividades que promuevan la cultura científica en los cursos de la Tabla 1 y cuyo perfil global se da en esta sección.

El proyecto consiste en incluir actividades que promuevan la cultura científica en las asignaturas de grado anteriormente indicadas. Estas tareas en la primera fase del proyecto consistirán básicamente en formación del alumnado en los siguientes términos:

- Por parte de personal de administración y servicios de la biblioteca, en forma de cursos acerca de búsqueda de información en bases de datos científicas y de gestores bibliográficos
- Por parte del profesorado, en cuanto a temas de investigación relacionados con la asignatura en cuestión

- Una vez realizada esta formación, el alumnado tendrá que realizar un estado del arte con algún tema relacionado con la asignatura, y de esta forma aplicar los conceptos aprendidos y trabajar las competencias de búsqueda de información, capacidad de análisis y de síntesis, pensamiento crítico y redacción científica en una segunda lengua

La segunda parte del proyecto pretende presentar el trabajo y los resultados del TFG en forma de artículo científico. Para ello, en función del tema y del alcance del trabajo, con ayuda del profesorado se elegirá el objetivo de publicación: un congreso nacional, internacional, o bien una publicación internacional con o sin impacto. Además del artículo escrito, también se trabajará la presentación oral tanto desde el punto de vista docente como desde el punto de vista investigador, teniendo en cuenta por ejemplo, los requerimientos del congreso que se haya elegido.

### **Tareas del PIE**

Una vez que las pautas generales del proyecto se han resumido en la sección anterior, en esta sección damos una lista mucho más detallada y específica de las tareas que se deben completar, que se pueden enumerar de la siguiente manera:

- El alumnado implicado en el presente proyecto acudirá al servicio de la biblioteca a recibir información sobre los métodos más eficaces de búsqueda de información científica. Se formarán con el objetivo de buscar información de alta calidad científica en las bases de datos como Web of Knowledge, ScienceDirect, Scoups, Proquest, etc. También recibirán formación de diferentes gestores bibliográficos tipo Refwors o End-Note.
- El alumnado, por grupos, realizará un estado del arte del tema elegido libremente relacionado con la asignatura. Por tanto deberán utilizar las herramientas aprendidas en el servicio de la biblioteca.
- Se va a realizar una revista electrónica/página web dedicada a publicar los trabajos científicos derivados del presente proyecto para que el alumnado tenga conciencia de lo importante que tiene la difusión de resultados.
- El alumnado realizará varios trabajos con formato de artículo científico y los enviarán a la revista. El proceso de envío y publicación de los trabajos seguirá el proceso habitual de una revista científica, es decir, el alumnado deberá enviar sus trabajos vía online a la revista y el editor o editora de la misma reenviara los trabajos al profesorado de este PIE para que realicen la revisión correspondiente de los manuscritos. Estas revisiones se harán llegar al alumnado que deberá corregir sus trabajos siguiendo las indicaciones de las revisiones y enviarlos a la revista nuevamente.

- Finalmente el editor o editora de la revista (que será uno de los componentes del equipo solicitante) decidirá qué trabajos son científicamente de alta calidad y serán publicados en su versión on-line en la revista.

### **Mejoras esperadas como resultado del PIE**

En esta sección discutiremos las mejoras en los resultados de aprendizaje que se espera alcanzar después de llevar a cabo las tareas descritas en la sección anterior.

La preparación académica del alumnado participante en este proyecto mejorará considerablemente, ya que se ampliará y no tendrán sólo conocimientos de materias, si no que serán capaces de incorporar la perspectiva científica. Esto hará que el alumnado este mejor preparado para la realización de un postgrado o máster o para afrontar trabajos en centros tecnológicos o en los departamentos de I+D+I de cualquier empresa. El hecho de trabajar las competencias de capacidad de análisis y síntesis y la aptitud para la comunicación y escrita de una segunda lengua, es algo que se valora muy positivamente a la hora de la inserción laboral del alumnado. Se habla de segunda lengua debido a que la mayoría de la documentación científica relevante está en inglés. Por todo ello, mediante este proyecto, las competencias transversales mencionadas se verán reforzadas. Asimismo, la calidad de los TFG se verá aumentada. Desde el equipo solicitante, entendemos que este proyecto potenciará el surgimiento de la vocación investigadora entre el alumnado. Más específicamente, las mejoras que el equipo de enseñanza del EIP espera alcanzar son las siguientes:

- Introducir la cultura científica en los grados de ingeniería de la Escuela
- Completar la formación de los graduados/as en ingeniería y mejorar su preparación de cara a trasladar la cultura científica a las empresas del entorno
- Despertar vocaciones investigadoras entre el alumnado
- Elaborar dos TFGs con posibilidad de enviar sus trabajos a dos congresos internacionales
- Elaborar un TFG para ser enviado a una revista indexada JCR

### **Conclusiones**

En este trabajo presentamos un Proyecto de Innovación Educativa (PIE) en curso que se está llevando a cabo en la Escuela de Ingeniería de Vitoria-Gasteiz (Universidad del País Vasco, UPV/EHU, España), el cual tiene el objetivo principal de introducir la cultura científica en los grados de Ingeniería del centro. Hemos expuesto el contexto del proyecto, los objetivos principales, las tareas que se llevarán a cabo para alcanzar esos objetivos y finalmente las mejoras esperadas en los resultados del aprendizaje. Por el momento, como el proyecto acaba de comenzar, los autores no pueden informar ningún aspecto práctico de

la implementación, permaneciendo como un trabajo futuro para analizar y discutir el desarrollo del proyecto y su efectividad.

### **Agradecimientos**

Este PIE cuenta con el apoyo financiero de la concesión 10 de la convocatoria competitiva de Proyectos de Innovación Educativa 2018-2019 del Servicio de Asesoramiento Educativo, Vicerrectorado de Calidad e Innovación Docente, Universidad del País Vasco (UPV/EHU), apoyo que es agradecido.

### **Referencias**

- Cross H. (1969). *Engineers and Ivory Towers*. Books for Libraries.
- Bonwell C., Eison J. (1991). *Active learning: Creating excitement in the classroom*. Ache-Eric higher education report no. 1.
- Felder R. M., Brent R. (2009). *Active learning: An introduction*. ASQ Higher Education Brief, 2(4), pp. 1–5.
- Felder R. M., Brent R. (1994). *Cooperative learning in technical courses: Procedures, pitfalls and payoffs*.
- Felder R. M., Brent R. (2001). *Effective strategies for cooperative learning*. Journal of Cooperation & Collaboration in College Teaching, 10(2). pp. 69–75.



## **Detección de errores conceptuales en Matemáticas de los alumnos del grado en Ingeniería Informática del Software en su primer año de carrera**

**F. Sánchez Lasheras<sup>a</sup>, J. Cereijo Viña<sup>b</sup>, M. Suárez Cuevas<sup>c</sup>, J.A. Trevejo Alonso<sup>d</sup>, C. Eloy Álvarez<sup>e</sup> y M.J. Fernández Gutiérrez<sup>f</sup>**

<sup>a</sup> Universidad de Oviedo (Principado de Asturias, España), Departamento de Matemáticas correo: [sanchezfernando@uniovi.es](mailto:sanchezfernando@uniovi.es), <sup>b</sup> Instituto de Educación Secundaria Corvera (Principado de Asturias, España) correo: [jcereijo@telecable.es](mailto:jcereijo@telecable.es), <sup>c</sup> Colegio Santa Teresa de Jesús (Principado de Asturias, España) correo: [marta.suarez@oviedo.escuelateresiana.com](mailto:marta.suarez@oviedo.escuelateresiana.com), <sup>d</sup> Instituto de Educación Secundaria Mata Jove (Principado de Asturias, España) correo: [juanantral@gmail.com](mailto:juanantral@gmail.com), <sup>e</sup> Instituto de Educación Secundaria N° 5 (Principado de Asturias, España) correo: [cesarelo@educastur.org](mailto:cesarelo@educastur.org), <sup>f</sup> Universidad de Oviedo (Principado de Asturias, España), Departamento de Matemáticas correo: [mjfg@uniovi.es](mailto:mjfg@uniovi.es)

---

### ***Abstract***

*This article presents a study on the conceptual errors in Mathematics committed by the students of the degree in Computer Science. The study was carried out on freshmen from Computer Science degree that the year before attended the second year of Baccalaureate. It analyzes the conceptual errors committed, the reason of them, the influence on the final mark of the subject of Infinitesimal Calculus, as well as the differences existing by gender and center of origin.*

*It is verified that the conceptual errors decrease after studying the subject of Infinitesimal Calculus in the Faculty of Computer Engineering of Oviedo University. In addition, no significant differences have been detected by the type of center of origin, although gender differences in the marks were found.*

**Keywords:** *conceptual errors, mathematics, infinitesimal calculus, first year at University*

---

### ***Resumen***

*Este artículo presenta un estudio relativo a los errores conceptuales en Matemáticas cometidos por los alumnos del grado en Ingeniería Informática del Software. El estudio se ha realizado sobre alumnos de primer año de carrera que en el curso académico anterior cursaron segundo de bachillerato. Se ana-*

*Detección de errores conceptuales en Matemáticas de los alumnos del grado en Ingeniería Informática del Software en su primer año de carrera*

*lizan los errores conceptuales cometidos, el motivo de los mismos, la influencia sobre la calificación final de la asignatura de Cálculo Infinitesimal, así como las diferencias existentes por género y centro de procedencia.*

*Se comprueba que los errores conceptuales disminuyen después de cursar la materia de Cálculo en la Escuela de Ingeniería Informática de Oviedo. Además, no se han detectado diferencias significativas por el tipo de centro de procedencia, aunque sí en función del género.*

**Palabras clave:** errores conceptuales, matemáticas, cálculo infinitesimal, primer año de carrera

## **Introducción**

En las pruebas realizadas estos últimos años para evaluar las competencias adquiridas por los alumnos de Ingeniería, en las asignaturas de Matemáticas, se observa que un porcentaje significativo de éstos cometen “errores conceptuales” muy similares.

En la Conferencia de Rectores (CRUE), muchos integrantes han pedido que la comunicación con las enseñanzas medias sea “más intensa y fluida” para que el “puente” entre el Bachillerato y los estudios universitarios “sea mucho más seguro y el salto menos grande”.

En todo el proceso de enseñanza y aprendizaje de las matemáticas, adquiere especial importancia la expresión tanto oral como escrita de los procesos realizados y de los razonamientos seguidos, puesto que ayudan a formalizar el pensamiento. Es un hecho, que muchos alumnos que ingresan en la Universidad tienen serias dificultades (Corica, 2009) para expresar con lenguaje matemático (y no matemático) una simple definición (Fernández, 2016; Fernández, 2018).

Los motivos por los que los alumnos cometen errores en matemáticas pueden ser muy diversos. Pero cuando estos errores son muy similares entre alumnos muy diferentes, procedentes de distintos centros y sin haber tenido contacto previo, el motivo o motivos de estos errores pueden estar más acotados.

El aprendizaje matemático no consiste en un proceso de incorporación de datos, reglas, etc. a una mente en blanco, sino que implica un diálogo, implícito o explícito, entre los conocimientos previos del alumno y los nuevos, que trata de enseñarle el profesor (Riviere, 1990). Teniendo en cuenta que para aprender matemáticas debe existir un diálogo entre conocimientos previos y conocimientos nuevos, la hipótesis de que unos conocimientos mal cimentados pueden dar lugar a errores “comunes” entre los alumnos gana fuerza. ¿Qué motivos pueden dar lugar a unos conocimientos previos deficientes?

Uno de los factores pueden ser libros de texto poco rigurosos o con errores conceptuales. Analizando libros de texto de diferentes editoriales, observamos la falta de rigor y, en ocasiones, los errores en las conclusiones a las que se llegan, lo cual puede derivar en errores conceptuales en los alumnos.

Como dice el Currículo de Bachillerato (BOPA, 2015), “Las matemáticas tienen un papel relevante en la formación intelectual del alumnado contribuyendo a desarrollar las capacidades de razonamiento lógico, de generalizar y de hacer abstracción. Las matemáticas favorecen de manera especial el desarrollo del pensamiento y razonamiento, en particular el pensamiento lógico-deductivo y algorítmico”. Y “Las matemáticas en el Bachillerato cumplen un triple papel:

- *Formativo, contribuyendo a la mejora de estructuras mentales y a la adquisición de aptitudes cuya utilidad trasciende el ámbito de las propias matemáticas.*
- *Instrumental, proporcionando técnicas y estrategias básicas, tanto para otras materias de estudio como para la actividad profesional.*
- *Propedéutico, aportando los conocimientos y fundamentos teóricos necesarios para acceder a estudios posteriores.”*

En la asignatura de Cálculo del Grado en Ingeniería Informática del Software de la Universidad de Oviedo, se realizan tres exámenes a lo largo del cuatrimestre, con materia diferente y con idéntica ponderación (meses de octubre, noviembre y enero); con anterioridad a la realización de cada una de las pruebas, en una tutoría grupal, se les ha explicado a los alumnos cuáles fueron los principales errores que cometieron los estudiantes de cursos anteriores en la prueba correspondiente al mismo temario.

### **Trabajos Relacionados**

A lo largo de la etapa de Secundaria, el nivel madurativo de los alumnos no es el mismo y, por lo tanto, la elaboración de un currículo adecuado ha conllevado muchas modificaciones durante los últimos años. “La actual propuesta de currículos de secundaria de matemáticas por competencias, hay que pensarla como una consecuencia más del giro procesal en el diseño del currículo de matemáticas que ha tenido lugar a nivel internacional en las últimas décadas. Dicho giro ha significado pasar de currículos de matemáticas cuyos objetivos eran el aprendizaje, sobre todo de conceptos a currículos cuyos objetivos son el aprendizaje, sobre todo, de procesos. Este giro se ha producido, entre otras razones, debido a que las matemáticas actualmente se ven como una ciencia en la cual el método domina claramente sobre el contenido. Por esta razón, recientemente se ha dado una gran importancia al estudio de los procesos matemáticos, en particular los procesos de resolución de problemas y modelización” (Font, 2011).

Diversos autores constatan que ciertos errores son cometidos por un alto porcentaje de estudiantes, tal y como ha sido detectado también en el presente estudio. Esta circunstancia,

parece que está extendida no sólo en España (Fernández, 2018; González et al., 2015; Nieto y Ramos, 2012; Rico, 1997), sino en diversos países europeos (Kurz, 2010; Fhloinn y Carr, 2010). En el caso de los estudiantes de ingeniería, varios investigadores (Bowen et al., 2007; Mustoe, 2002) y también instituciones educativas y profesionales constatan una deficiente formación matemática previa.

## Metodología

Los alumnos se sometieron a un mismo test, al principio del primer cuatrimestre de su primer curso de grado (septiembre de 2017) y al final del mismo cuatrimestre (enero de 2018). Después de realizar por primera vez el cuestionario, los alumnos no reciben información acerca de su resultado en la prueba, ni tampoco de las respuestas correctas. Además, tampoco se les informa que el test se repetirá al final del cuatrimestre.

**Tabla 1. Cuestionario propuesto a los alumnos.**

- 1) El número 0.090909090909...  
a) es irracional ; b) es entero ; c) es racional ; d) es romano
- 2)  $\log_2(1/4) =$   
a) 2 ; b) -2 ; c) 1/2 ; d) no existe
- 3) Sean  $f(x) = \sqrt{x}$  si  $x \geq 0$ ,  $g(x) = \sqrt{x}$  si  $x > 0$ ,  $l = \lim_{x \rightarrow 0} f(x)$  y  $m = \lim_{x \rightarrow 0} g(x)$ . Entonces:  
a)  $l = 0$ , no existe  $m$  ; b)  $l = m = 0$  ; c) no existen  $l$  y  $m$  ; d)  $m = 0$ , no existe  $l$
- 4) Sea  $f(x) = \frac{x^3}{x^2 + 1}$ . Señalar la afirmación falsa:  
a)  $f$  es impar ; b)  $f$  es acotada en  $\mathbb{R}$  ; c)  $f$  es una función racional ; d)  $f$  es continua en  $\mathbb{R}$
- 5) El número de raíces reales de la ecuación  $x^3 + x - 5 = 0$  es  
a) 0 ; b) 1 ; c) 2 ; d) 3
- 6) Sea  $f(x) = x^2$  definida en el intervalo cerrado  $[-2, 1]$ . El máximo absoluto de  $f(x)$  es  
a) 4 ; b) -2 ; c) 1 ; d) no existe el máximo
- 7) Si  $f$  es continua en  $[a, b]$ , el área de la región plana delimitada por la curva  $y = f(x)$ , las rectas verticales  $x = a$ ,  $x = b$  y el eje de abscisas, viene dado por:  
a)  $\int_a^b f(x) dx$  ; b)  $\left| \int_a^b f(x) dx \right|$  ; c)  $\int_a^b |f(x)| dx$  ; d) ninguna de las anteriores
- 8) La integral indefinida de  $\frac{x}{1+x^2}$  es:  
a)  $2 \log(1+x^2) + C$  ; b)  $\log(1+x^2) + C$  ; c)  $(\log(1+x^2)/2) + C$  ; d)  $\arctg(x) + C$   
log = logaritmo neperiano.

La primera vez que se pasó el test, éste fue respondido por un total de 112 alumnos y la segunda vez, en el mes de enero, un total de 78 personas fueron las que contestaron el test. En el presente trabajo solo se comparan las 52 personas que resultan de eliminar del estudio al alumnado que no respondió a ambas pruebas y a las personas cuya procedencia en el curso actual, no fuera de un centro de secundaria (i.e. repetidores u otras facultades).

Los cuestionarios son de 8 preguntas con 4 respuestas posibles (a, b, c y d), de las que sólo una es correcta. Si la respuesta es correcta, se contabiliza como 1 y si no lo es, como 0. La suma de las respuestas (que estará entre 1 y 8) será la nota del test. Las preguntas formuladas, se recogen en la Tabla 1.

### **Participantes.**

La población objeto de estudio son los alumnos de primer curso de Ingeniería Informática del Software que cursan la materia de Cálculo. De los 52 encuestados, mencionados en la sección de procedimiento, 13 (25%) son mujeres y 39 (75%) hombres. Además, 36 (69%) proceden de la enseñanza pública y 16 (31%) de un centro privado o concertado.

### **Objetivo.**

El objetivo de este trabajo, realizado conjuntamente por profesores de Bachillerato y Universidad, es detectar los posibles errores conceptuales en matemáticas que posee el alumnado proveniente de bachillerato y que actualmente cursa la asignatura de Cálculo en primer curso del Grado en Ingeniería Informática del Software (Universidad de Oviedo).

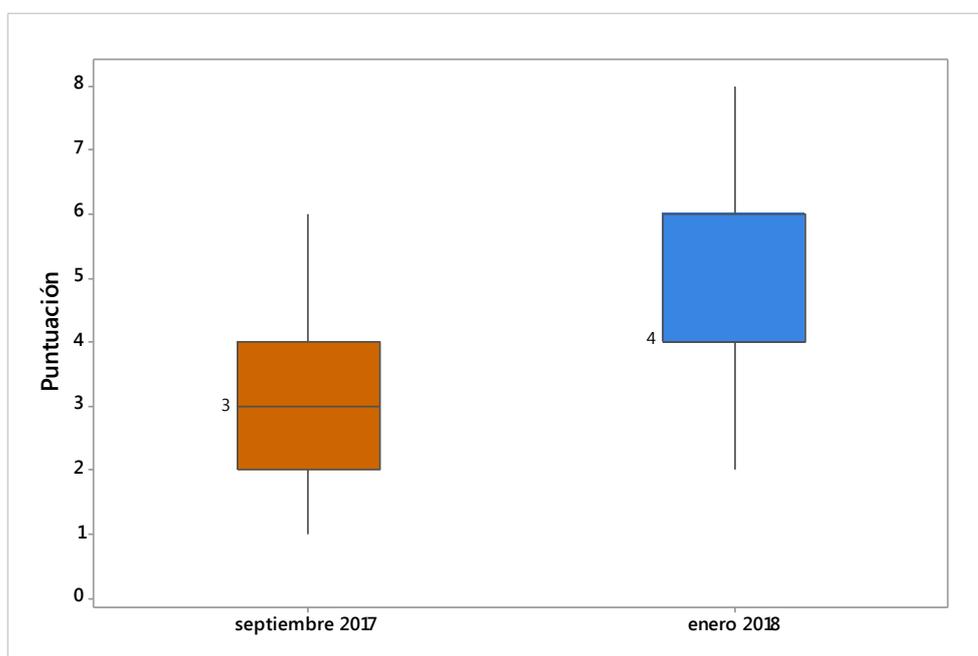
### **Resultados**

La puntuación media obtenida por los alumnos encuestados en septiembre de 2017, fue de 3,23 puntos, con una desviación estándar de 1,46 y una mediana de 3. Este grupo de alumnos, sometido a esta misma prueba en enero de 2018, obtuvo una puntuación media de 4,62 con una desviación estándar de 1,39 y una mediana de 4. La moda, pasó de ser 2 en septiembre de 2017 a 4 en enero de 2018. Nótese que la puntuación máxima que se puede obtener en este test es de 8 puntos. El diagrama de cajas de la Figura 1 muestra la distribución de las puntuaciones obtenidas por los alumnos las dos veces que realizaron el test. En esta figura se observa que el 75% de los datos (Q1, Q3) están entre 2 y 4 puntos en el primer pase del test y entre 4 y 6, en el segundo. Parece por tanto que los resultados en la segunda prueba son mejores que en la primera, pues media, mediana y moda mejoran según se describe anteriormente. Para estudiarlo estadísticamente, se contrasta.

En primer lugar, se aplicó el test de Kolmogorov-Smirnov con el fin de comprobar la normalidad de los datos. Los resultados obtenidos tanto para las puntuaciones de la primera como de la segunda aplicación del test ( $p < 0,001$ ) demuestran la falta de normalidad de esta variable. Por tanto, se aplicó un test no paramétrico, en concreto la prueba U de Mann-Whitney

que contrasta la hipótesis nula de igualdad de medianas frente a la alternativa de que no lo son. Además, se eligió una prueba apareada, al tratarse de un test realizado al mismo grupo de alumnos en dos momentos temporales distintos. El valor del estadístico obtenido ( $p < 0,01$ ), permite afirmar que existen diferencias estadísticamente significativas entre el valor de la mediana en ambos grupos. Por tanto, se concluye que los resultados sobre los errores de concepto de análisis matemático, después de cursar el primer cuatrimestre del grado, han mejorado.

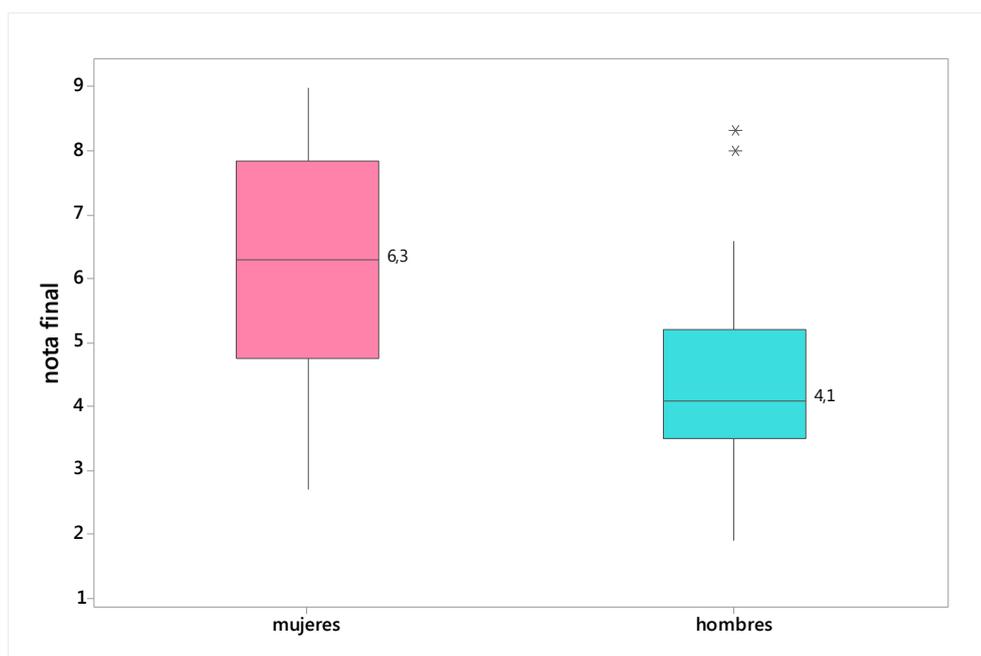
**Figura 1** Diagrama de cajas de la distribución de las puntuaciones obtenidas por los alumnos en septiembre de 2017 y enero de 2018.



Al analizar los resultados obtenidos por los alumnos tanto en el global de la asignatura como en los test realizados en septiembre de 2017 y enero de 2018 en función del centro de procedencia del mismo (centros públicos frente a privados o concertados), no se observaron diferencias estadísticamente significativas entre grupos ni en el test efectuado en septiembre ( $p = 0,362$ ), ni en el de enero ( $p = 0,428$ ) ni en el resultado global de la asignatura ( $p = 0,874$ ). En cambio, si se analizan los resultados obtenidos en los dos test, así como la nota final de la asignatura en función del género (Figura 2), a pesar de no haberse hallado diferencias estadísticamente significativas entre grupos ni en el test efectuado en septiembre ( $p = 0,554$ ), ni en el de enero ( $p = 0,074$ ), sí se aprecia una diferencia estadísticamente significativa en re-

lación con la calificación final de la asignatura ( $p = 0,003$ ), obteniendo una mejor calificación las mujeres, con un valor de mediana de 6,3 y media de 6,1, frente a un valor de 4,1 de los hombres en mediana y 4,5 en media.

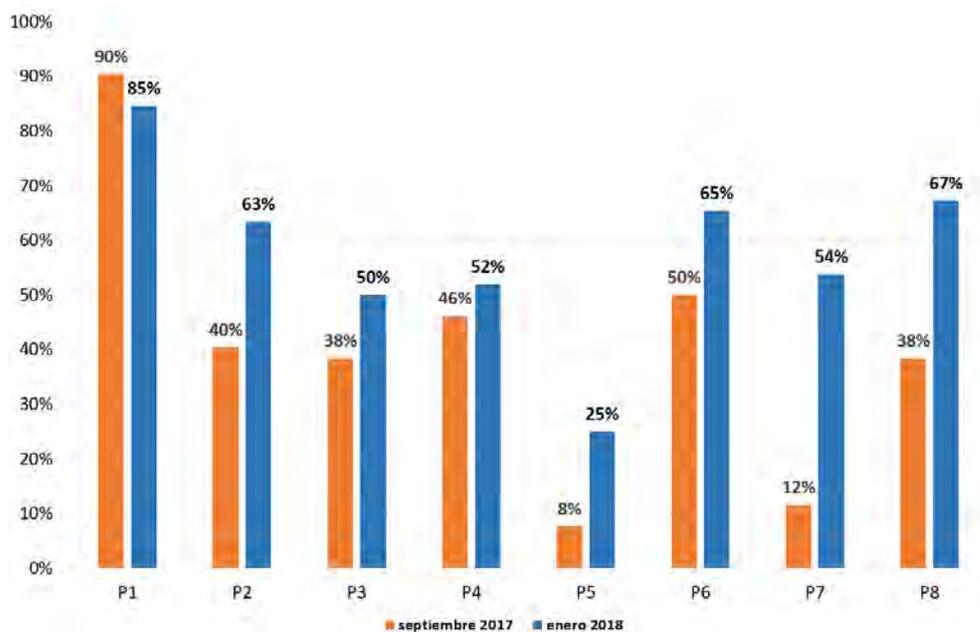
**Figura 2** Diagrama de cajas de la distribución de las puntuaciones obtenidas por los alumnos en la asignatura en función de su género.



La Figura 3 muestra el porcentaje de aciertos en cada una de las preguntas en septiembre de 2017 y en enero de 2018. En el caso de la pregunta 1, que había tenido un 90% de aciertos en septiembre de 2017, en enero de 2018 el porcentaje desciende hasta el 85%. En el resto de preguntas, el porcentaje de aciertos aumenta, correspondiendo el mayor incremento a la pregunta 7 (42%), seguida de la pregunta 8 (29%) y de la pregunta 2 (23%).

Desde nuestro punto de vista, el fallo en la pregunta uno se debe a la falta de conocimiento teórico de los estudiantes, que, aunque son capaces de realizar muchos tipos de ejercicios, tienen carencias teóricas. A pesar de esto, la mayoría de los estudiantes que hicieron el test, sabían la respuesta correcta. Sobre la pregunta número dos, hemos de decir que la forma en la que se debe operar con logaritmos es conocida por los estudiantes de secundaria. Desde nuestro punto de vista, la dificultad de esta pregunta estaría vinculada a cómo expresar  $1/4$  como potencia de 2 y también a que los logaritmos se estudian principalmente en el primer año del bachillerato y no en el segundo.

**Figura 3** Porcentaje de aciertos en cada una de las preguntas en septiembre de 2017 y enero de 2018.



La pregunta número tres, aborda el concepto de límite de una función en un punto, y desde nuestro punto de vista, en este caso la dificultad está relacionada con el hecho de que no se requiere que una función esté definida en cierto punto para tener límite. La falta de acierto de los estudiantes, podría estar relacionada con que en la mayoría de los centros de secundaria, los límites no se enseñan con tanto detalle. La pregunta número cuatro es nuevamente una pregunta teórica, en la que los estudiantes serán capaces de deducir la respuesta correcta si conocen las definiciones de cada uno de los conceptos. La pregunta número cinco se refiere al número de raíces reales de una ecuación polinómica y fue la pregunta más difícil. Por nuestra experiencia, algunos estudiantes confunden las raíces reales irracionales con las complejas. Desde un punto de vista teórico, y para proporcionar una respuesta correcta a esta pregunta, sería realmente útil para los estudiantes conocer los teoremas de Bolzano y Rolle, pero desde un punto de vista práctico, para que puedan dar la respuesta correcta, resulta suficiente estudiar la derivada de la función propuesta, puesto que toda ecuación polinómica de grado impar tiene, al menos, una raíz real. A pesar de esto, y teniendo en cuenta la experiencia de los profesores de secundaria, los alumnos consideran que esta cuestión es un problema meramente algebraico y solo los alumnos más brillantes son capaces de encontrar la solución correcta.

La pregunta número seis trata del concepto de valor máximo absoluto de una función continua definida en un intervalo cerrado. Según la experiencia de los profesores de secundaria que participan en esta investigación, la razón principal por la que los estudiantes se confunden

con esta pregunta, es porque en los problemas de optimización, generalmente se les pregunta sobre el valor de  $x$  requerido para cierto valor de  $y$ , pero no es frecuente preguntar sobre los valores de  $y$ . Además, debe tenerse en cuenta que las funciones planteadas en el Bachiller, normalmente no están definidas en un intervalo cerrado y acotado.

La pregunta número 7, se refiere al cálculo del área bajo cierta curva. A pesar de la insistencia durante el bachiller de la importancia de tener en cuenta el signo de la función (ya sea positiva o negativa) en cierto intervalo, muchos estudiantes no lo han considerado al realizar la integral definida de la función. Desde el punto de vista de los autores, también puede influir en el resultado obtenido por los alumnos en esta pregunta que en algunos libros de texto se dice que si  $f$  es positiva, el área coincide con la integral, y si  $f$  es negativa, el área es el valor absoluto de la integral pudiendo dicha forma de introducir el concepto llevar a confusión. Finalmente, la pregunta 8 trata nuevamente el tema de integración. La integral propuesta parece difícil, pero conociendo el concepto de función primitiva, la cuestión se resuelve fácilmente, dado que es mucho más fácil derivar las funciones propuestas como solución que realizar la integral indefinida del enunciado.

Con el fin de predecir la nota final en la asignatura de Cálculo, se propone un modelo de regresión que intente predecir dicha nota en función de las notas del test realizado en septiembre de 2017 y enero de 2018. Del cálculo de dicho modelo, se obtiene en primer lugar que la distancia de Cook no tiene valores superiores a 1 que indicaría una influencia desproporcionada en los resultados. Tampoco hay residuos tipificados mayores de 2,5 (en valor absoluto) que indicarían la presencia de outliers. Además, la media de los residuos es cero y siguen una distribución normal (test de Kolmogorov-Smirnov  $p = 0,098$ ). Con el fin de asegurar la bondad de ajuste, también se verificó la homocedasticidad (igualdad de varianzas) multivariable. Además, el valor de los residuos tipificados es pequeño, estando todos entre -1,5 y 2. El estudio de los coeficientes de correlación de Pearson, muestra la existencia de una correlación lineal significativa con la nota final de ambas variables, siendo en el caso de la nota de septiembre de 2017 con la nota final el valor del coeficiente de correlación de 0,36 ( $p = 0,004$ ) y en el de la nota de enero de 2018 de 0,64 ( $p < 0,01$ ).

Con el fin de comprobar los supuestos de linealidad e independencia entre las variables predictoras, se calculó también el coeficiente de correlación entre la nota de septiembre de 2017 y la nota de enero de 2018, siendo el resultado de 0,624 ( $p < 0,01$ ). Por tanto, las dos variables predictoras tienen una relación lineal significativa con la nota final, siendo la correlación más alta la de la nota del test realizado en enero de 2018.

**Tabla 2. Modelo de regresión con las variables nota septiembre 2017 y nota enero 2018.**

Modelo	Coef. no estandariz.		Coef. estandariz.			Colinealidad	
	B	Error estd.	Beta	t	Sig.	Tolerancia	VIF
Constante	1,346	0,639		2,106	0,04		
nota sept. 2017	-0,073	0,161	-0,063	-0,451	0,654	0,611	1,636
nota enero 2018	0,822	0,17	0,679	4,844	0	0,611	1,636

La Tabla 2 muestra el modelo de regresión de la nota final, teniendo en cuenta las notas obtenidas en las pruebas de septiembre de 2017 y enero de 2018. Se observa cómo la variable nota septiembre 2017 tiene una significación de 0,654, lo que nos hace considerar que se presenta una colinealidad entre ambas variables independientes. Se suprime por tanto dicha variable del modelo. Los resultados del nuevo modelo calculado, se presentan en la Tabla 3. El modelo obtenido indica que con la variable nota enero 2017 podemos predecir el 41% de la variabilidad de las notas finales.

**Tabla 3. Modelo de regresión con las variables nota septiembre 2017 y nota enero 2018.**

Modelo	Coef. no estandariz.		Coef. estandariz.			Colinealidad	
	B	Error estd.	Beta	t	Sig.	Tolerancia	VIF
Constante	1,332	0,634		2,103	0,041		
nota enero 2018	0,822	0,132	0,64	5,883	0	1,000	1,000

## Conclusiones

El alumnado que cursa primero del grado en Ingeniería Informática del Software proviene de los centros de bachillerato con algunas carencias en conocimientos conceptuales sobre el análisis matemático.

El presente trabajo comprueba que esas insuficiencias mejoran después de cursar la materia de Cálculo en la Escuela de Ingeniería Informática de Oviedo. Además, no se han detectado diferencias significativas por el tipo de centro de procedencia aunque sí en función del género.

## Referencias

- Bowen, E., Prior, J., Lloyd, S., Thomas, S., Newman-Ford (2007). *Engineering more engineers bring mathematical and careers advice gap*, Engineering Education 2(1), 23-31.
- Corica A.R. (2009), *Aprender Matemática en la Universidad: la perspectiva de estudiantes de primera año*. Revista Electrónica de Investig. Educativa en Ciencias 4 (1)

F. Sánchez Lasheras, J. Cereijo Viña, M. Suárez Cuevas, J.A. Trevejo Alonso, C. Eloy Álvarez y M.J. Fernández Gutiérrez

Decreto 42/2015, de 10 de junio, por el que se regula la ordenación y se establece el currículo de Bachillerato en el Principado de Asturias. (BOPA, de 29 de junio)

Fernández M.J. (2016). *Algunas consideraciones referentes a conceptos y métodos matemáticos desarrollados en los libros de bachillerato*. Capítulo 24 del libro: Diseños en la moderna investigación universitaria. Ediciones Universitarias Mc.Graw-Hill. 337-344.

Fernández M.J. (2018). *Errores frecuentes que cometen los alumnos en los exámenes de Cálculo*. Capítulo del libro: Contribuyendo a una nueva docencia a partir del EEES. Ediciones Universitarias. Editorial Tecnos. Se editará en 2018.

Font, V. (2011). Investigación en didáctica de las matemáticas en la educación secundaria obligatoria. In Investigación en Educación Matemática XV (pp. 165-194).

González, M.J., Gómez, P., Restrepo, A.M. (2015). Usos del error en la enseñanza de las matemáticas. Revista de Educación, 370, 71-95.

Kurz, G. (2010). A never-ending story: mathematics skills & deficiencies of Engineering students at the beginning of their Studies, 15th SEFI-MWG European Seminar on Mathematics in Engineering Education. Wismar, Germany.

Mustoe L. (2002). The mathematics background of the undergraduate engineers, International Journal of Electrical Engineering Education, 39(3), 192-200.

Nieto, S., Ramos, H. (2012). Pre-knowledge of basic mathematics topics in engineering students in Spain, 16th SEFI-MWG European Seminar on Mathematics in Engineering Education. Salamanca, España.

Ni Fhloinn, E.mCarr, M. (2010). What do they really need to know? Mathematics requirements for incoming engineering undergraduates, 15th SEFI-MWG European Seminar on Mathematics in Engineering Education. Wismar, Germany.

Rico L. (1997). Reivindicación del error en el aprendizaje de las matemáticas. Épsilon, 38, 185-198.

Riviere, A. (1990). Problemas y dificultades en el aprendizaje de las matemáticas: una perspectiva cognitiva. Dins Marchesi, A., Coll, C. i Palacios, J.(Comp.): Desarrollo psicológico y educación. III. Madrid: Alianza, 155.



## Rúbrica de evaluación en un laboratorio de Ingeniería Química

Gemma Gutiérrez<sup>a</sup>, Paula Oulego<sup>a</sup>, María Matos<sup>a</sup>

<sup>a</sup>Departamento de Ingeniería Química y Tecnología del Medio Ambiente de la Universidad de Oviedo, [gutierrezgemma@uniovi.es](mailto:gutierrezgemma@uniovi.es), 985103029

<sup>b</sup>Departamento de Ingeniería Química y Tecnología del Medio Ambiente de la Universidad de Oviedo, [oulegopaula@uniovi.es](mailto:oulegopaula@uniovi.es), 985103443

<sup>c</sup>Departamento de Ingeniería Química y Tecnología del Medio Ambiente de la Universidad de Oviedo, [matosmaria@uniovi.es](mailto:matosmaria@uniovi.es), 985103029

---

### **Abstract**

*On practical subjects, as the experimental ones, more than one teacher is involved. Besides, several skills should be evaluated, such as the preparation of reports, the experimental work, the oral presentation and the exam.*

*The application of rubrics in order to evaluate the abovementioned skills allowed us to standardize the evaluation method of the students. Moreover, their application also allowed us to analyse thoroughly the strengths and weakness of the majority of the students.*

*With this purpose, two rubrics, one for the evaluation of the oral presentation and another one for the evaluation of the reports were developed.*

*The analysis of the obtained marks in the oral presentations indicated that the students should be worked together and with more detail this skill. This aspect must be stressed on theoretical classes.*

**Keywords:** *Rubric, Assessing, Laboratory, Chemical Engineering*

---

### **Resumen**

*En las asignaturas de prácticas, como es el caso de los laboratorios, suele haber más de un profesor implicado, y son varias las destrezas que deben ser*

### *Rúbrica de evaluación en un laboratorio de Ingeniería Química*

*puntuadas, tales como la realización de informes, el trabajo experimental, la exposición oral y el examen.*

*La aplicación de rúbricas de evaluación para los apartados comentados, permite homogeneizar la forma de evaluar a los alumnos por todos los profesores. Asimismo, permite llevar a cabo un análisis exhaustivo de los puntos fuertes y débiles de la mayoría de alumnos.*

*Por este motivo, se realiza una rúbrica tanto para la evaluación de la exposición oral como para la evaluación de las memorias de prácticas.*

*El análisis de las calificaciones obtenidas en las presentaciones orales indica que los alumnos deben trabajar conjuntamente y con más detalle la puesta a punto de la exposición oral, por lo que será necesario recalcar esos aspectos en las clases teóricas.*

***Palabras clave:*** *Rúbrica, Evaluación, Laboratorio, Ingeniería Química,*

### **Introducción, Justificación y Objetivos**

La transformación al nuevo marco EEES de las titulaciones impartidas en la Universidad de Oviedo, con la implantación de los créditos (ECTS) confieren al alumno un papel principal. Se basan en la carga de trabajo que éste debe alcanzar y los objetivos para superar las asignaturas. Todo ello supone un gran reto tanto para las instituciones como para las personas implicadas en este proceso. Sin embargo, también es una gran oportunidad para el desarrollo e innovación de las metodologías empleadas, siendo el principal objetivo mejorar el aprendizaje del alumno.

Ante esta perspectiva, se ha desarrollado una rúbrica para poder evaluar de manera homogénea a los alumnos que cursan la asignatura de Experimentación en Ingeniería Química II: Transmisión de Calor y Transferencia de Materia. Dicha asignatura pertenece al segundo semestre del tercer curso del Grado en Ingeniería Química de la Universidad de Oviedo, y es impartida por el área de Ingeniería Química.

Dicha asignatura es mayoritariamente práctica y requiere organizar a los alumnos en grupos de trabajo de 2 ó 3 personas supervisados en todo momento por el profesor. Así, se llevan a cabo una serie de experimentos que involucran tanto la transferencia de materia como de energía. En total se realizan 11 prácticas, 9 de las cuales se desarrollan en dos sesiones de 3.5 horas de duración. Las otras dos prácticas restantes son experimentos que se llevan a cabo en una sola sesión. Cada grupo de alumnos debe realizar una memoria de prácticas, en la que deben detallar los experimentos realizados, mostrar los datos tomados e incluir una serie de cálculos y cuestiones propuestos en el guión de prácticas correspondiente. En dicho guión se facilita a los alumnos cómo llevar a cabo cada uno de los experimentos y los datos

necesarios en relación a los materiales y métodos utilizados. Asimismo, se facilita a los alumnos las instrucciones para la elaboración de la memoria en cuanto a formato y extensión.

La tercera semana de prácticas los alumnos entregan un informe elaborado en relación a la práctica que realizan en segundo lugar, ello permite corregir los errores de formato observados y evitar errores sistemáticos en los informes del resto de prácticas entregados en la memoria final.

Por otro lado, una vez finalizadas las prácticas cada grupo realiza la exposición oral de una de las prácticas llevadas a cabo, previamente seleccionada por el profesor.

Por último, se realiza un examen teórico a fin de evaluar los conocimientos individuales sobre cada uno de los experimentos realizados.

### **Trabajos Relacionados**

En el Grado de Ingeniería Química de la Universidad de Oviedo, además de la asignatura objeto de estudio el área de Ingeniería Química imparte otras dos asignaturas experimentales.

En este sentido, las tres asignaturas del Grado en Ingeniería Química presentan el mismo tipo de actividades:

- Clases teóricas y prácticas sobre seguridad y calidad
- Experimentación en el laboratorio
- Visita industrial
- Realización de un primer informe de práctica
- Exposición oral de una práctica preseleccionada
- Examen escrito

Por ello, los porcentajes globales de evaluación de cada uno de los apartados es compartido para las tres asignaturas.

- Trabajo del laboratorio: 25%
- Realización y revisión del primer informe escrito: 5%
- Evaluación de los informes finales, prácticas y visitas: 20%
- Exposición oral: 10%
- Examen escrito: 40%

Sin embargo, el modo de evaluación dentro de cada apartado es evaluado por el profesor correspondiente, sin existir una directriz general en su aplicación. Ello conlleva diferencias considerables en dicha evaluación dependiendo del profesor responsable de cada apartado.

Una buena manera de solucionar esta problemática es mediante el desarrollo de rúbricas de evaluación por aportadas diferenciadas. Este tipo de práctica ya ha sido desarrollada pre-

viamente en anteriores trabajos permitiendo evaluar diferentes apartados de cada uno de los ejercicios de la asignatura de una manera homogénea, tanto desde el punto de vista del profesor que evalúa, como de la evaluación de todos los aspectos a cada uno de los alumnos [1-5].

### **Experimentación / Trabajo Desarrollado**

Para la evaluación de laboratorio se han desarrollado una serie de rúbricas entre las tres profesoras responsables de impartir la parte experimental de la asignatura Laboratorio de Ingeniería Química II, del Grado de Ingeniería Química de la Universidad de Oviedo.

Las rúbricas han sido desarrolladas para la corrección de los siguientes aspectos:

- Presentación oral
- Memorias de prácticas

Para la presentación oral, se han evaluado distintos aspectos: la calidad técnica de la misma, la correcta elaboración de las diapositivas presentadas, la forma de exposición y calidad en la respuesta de las preguntas planteadas.

Para la corrección del informe final de las prácticas se ha hecho un rúbrica con parte común a todas las prácticas, la cual supone un 25% de la calificación final de la memoria. Dicho 25% corresponde a los aspectos formales, ortografía, expresión correcta y adecuada presentación de gráficas, tablas y citas.

El 75% restante será utilizado para la evaluación de los aspectos técnicos y la respuesta a cuestiones planteadas en el guión de cada una de las prácticas.

Cada profesor es responsable de la corrección de 3 ó 4 prácticas y realizará una rúbrica particular para la corrección de cada una de las prácticas, adjudicando las puntuaciones correspondientes a cada una de los cálculos y cuestiones planteadas, el porcentaje adjudicado a cada una dependerá de la dificultad en la presentación y cálculo de las mismas.

Este trabajo permite poder evaluar a los alumnos de una forma homogénea, pero además permite hacer un análisis exhaustivo de los resultados alcanzados en cada uno de los apartados, pudiendo así analizar que aspectos son los que presentan mayor dificultad en los alumnos y por tanto, permitan al profesorado reforzarlos.

A modo de ejemplo se presenta la rúbrica diseñada para la evaluación de las exposiciones orales, tal y como se ha indicado en el apartado anterior suponen el 10% de la calificación final de la asignatura (Tabla 1). Además, en ediciones anteriores y asignaturas de la misma naturaleza se ha observado que es uno de los apartados en los que los alumnos deben mejorar.

**Tabla 1: Rúbrica de evaluación para la exposición oral**

<b>A. PRESENTACIÓN ORAL (40%)</b>					
		<b>Sí (4 puntos)</b>	<b>Sí, pero... (3puntos)</b>	<b>No, pero... (2 puntos)</b>	<b>No (1 punto)</b>
<b>A1</b>	<b>Dominio del tema (10%)</b>	Expresa con claridad y fluidez las ideas y detalles del tema. Contesta bien a las preguntas.	Demuestra suficiente claridad y consistencia en sus ideas, aunque la exposición no es del todo fluida. Contesta a las preguntas de forma imprecisa.	No demuestra claridad y consistencia en sus ideas, aunque no cae en contradicciones. No contesta a lo que se le pregunta.	No expresa con claridad sus ideas, cae en contradicciones y muestra escasa confianza en su dominio de la materia. No responde.
<b>A2</b>	<b>Volumen y modulación de la voz (5%)</b>	Durante toda la presentación el volumen es adecuado y la pronunciación clara. Sabe además dar más énfasis a los aspectos que considera más relevantes.	Durante toda la presentación el volumen es lo suficientemente alto y la pronunciación lo bastante clara para ser bien entendido.	El volumen es muy bajo o bien la pronunciación poco clara como para ser bien escuchado o entendido.	El volumen es muy bajo y la pronunciación poco clara como para ser escuchado y entendido.
<b>A3</b>	<b>Lenguaje no verbal (10%)</b>	En todo momento se dirige a la audiencia sin perderla de vista. Sabe que hacer con sus manos y mantiene una actitud dinámica.	Se dirige a una sola persona de la audiencia. Sabe que hacer con sus manos y mantiene una actitud dinámica.	En muchos momentos de su exposición no mira a la audiencia. No mantiene las manos en los bolsillos o cruzadas. Se muestra estático.	No mira a la audiencia. Mantiene las manos en los bolsillos o cruzadas. Se muestra estático.
<b>A4</b>	<b>Vocabulario (5%)</b>	Es capaz de utilizar un vocabulario adecuado y amplio.	El vocabulario es adecuado, pero limitado y usa muletillas.	Utiliza un vocabulario pobre, con muletillas e imprecisiones, aunque utiliza términos propios del tema.	Su vocabulario es muy limitado e impreciso. Abusa de las muletillas y no utiliza los términos propios del tema.
<b>A5</b>	<b>Se ajusta al tiempo (10%)</b>	Se ajusta al tiempo indicado, o le sobran un par de minutos.	Se desvía en menos de 5 minutos del tiempo indicado.	Se desvía entre 5 y 10 minutos del tiempo indicado.	Sobrepasa en más de 10 minutos el tiempo indicado.

<b>B. PRESENTACIÓN DE DIAPOSITIVAS (35%)</b>					
		<b>Sí (4 puntos)</b>	<b>Sí, pero... (3 puntos)</b>	<b>No, pero... (2 puntos)</b>	<b>No (1 punto)</b>
<b>B1</b>	<b>Diseño de las diapositivas (10 %)</b>	Las diapositivas no están saturadas de información. Hay transiciones y los efectos son adecuados, sin distraer la atención. El contraste de colores facilita la comprensión de la información.	Las diapositivas tienen mucha información. Hay transiciones y los efectos son adecuados, sin distraer la atención. El contraste de colores no facilita la comprensión de la información.	Las diapositivas tienen exceso de información. No hay transiciones. Los efectos, cuando los hay, distraen la atención. El contraste de colores es malo, pero no impide ver la información.	Se ha copiado mucha información, sin valorar si era adecuada. No hay transiciones ni efectos. El contraste de colores impide ver la información.
<b>B2</b>	<b>Contenido (10%)</b>	La información está organizada de una manera clara y lógica.	La mayor parte de la información está organizada de una manera clara y lógica, aunque alguna diapositiva o elemento está fuera de lugar.	La información no está organizada de una manera clara y lógica pero es completa (se trata todo el tema).	La información está desorganizada o es incompleta.
<b>B3</b>	<b>Gráficos y tablas (10%)</b>	Todas las tablas y gráficas están correctamente presentadas, con tamaño de letra y colores adecuados para su correcta visualización. Todos los parámetros presentados tienen unidades. Se comprende claramente lo que se presenta tanto en tablas como en figuras.	Todas las tablas y gráficas están correctamente presentadas con colores adecuados para su visualización. Todos los parámetros presentados tiene unidades. Se comprende claramente lo que se presenta tanto en tablas como en figuras. Algunos ejes o tablas tienen tamaño de letra inadecuado.	Algunas tablas o gráficas están presentadas incorrectamente, bien sea por tamaño de letra, colores o por la omisión de títulos de ejes o unidades.	Tablas sin unidades, figuras sin ejes, tamaño de letra inadecuado y colores poco visibles.
<b>B4</b>	<b>Título e índice (5%)</b>	Una diapositiva a modo de carátula que incluye la siguiente información: Título, asignatura, tema, componentes del grupo. Y otra incluyendo el índice a seguir.	Una diapositiva a modo de carátula, pero no incluye alguno de los siguientes ítems: Título, asignatura, tema, componentes del grupo. Y otra incluyendo el índice.	Una diapositiva a modo de carátula, pero no incluye alguno de los siguientes ítems: Título, asignatura, tema, componentes del grupo. No incluyendo el índice.	No hay una diapositiva a modo de carátula ni diapositiva incluyendo el índice.

C. CONTENIDO (25%)					
		<b>Sí (4 puntos)</b>	<b>Sí, pero... (3 puntos)</b>	<b>No, pero... (2 puntos)</b>	<b>No (1 punto)</b>
<b>C1</b>	<b>Presentación de resultados</b>	Presenta los resultados más significativos de una manera clara y los discute con precisión y de manera concisa.	Presenta resultados quedando parte de ellos sin justificar.	Faltan algunos resultados importantes por presentar.	Faltan resultados importantes por presentar y la justificación de los mismos es inadecuada e incompleta.

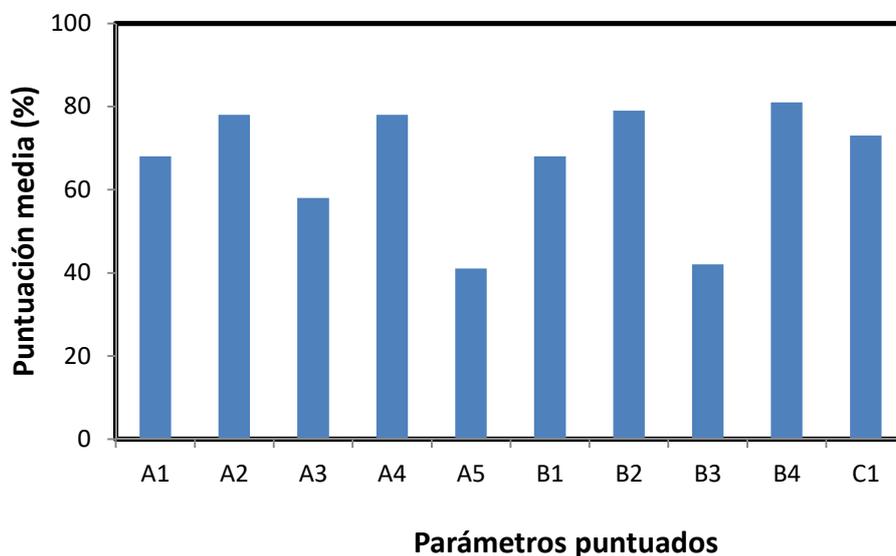
La calificación deberá ponderarse sobre 10 puntos

### Principales Resultados

En la asignatura de experimentación en Ingeniería Química II, se ha tenido la oportunidad de evaluar las presentaciones orales, sin embargo las memorias de prácticas no han sido evaluadas todavía ya que serán presentadas a final de cuatrimestre.

La aplicación de la rúbrica presentada para la evaluación de las presentaciones orales ha permitido visualizar qué puntos son los que requieren cierto trabajo adicional por parte del alumnado, y por tanto, el profesorado debe indicarles en ediciones siguientes como mejorar esos aspectos para obtener mejores resultados.

En la Figura 1 se presentan cada uno de los contenidos y se indica que porcentaje de la calificación total han obtenido en cada apartado. Cada uno de los parámetros analizados son los indicados en la Tabla 1.



**Figura 1. Media del porcentaje de puntuación obtenida en cada uno de los apartados analizados**

Se puede observar que algunos de los aspectos en los que los alumnos obtienen peor calificación son: i) ajuste al tiempo (A5), ii) gráficas y tablas (B3) y iii) Lenguaje no verbal (A3).

Los dos primeros hacen referencia a la presentación oral de los alumnos y son precisamente los dos puntos que más ensayo requieren a la hora de hacer una presentación. Se ha observado que los alumnos en general suelen no mirar a la audiencia, tienden a leer diapositivas o bien anotaciones que llevan en papel. Además, no se ajustan al tiempo indicado, llegando en ocasiones a emplear incluso el doble del tiempo asignado por el profesor.

El siguiente aspecto con menor calificación es la calidad de gráficas y tablas. Se puede ver que en general no están bien presentados, bien sea por la falta de unidades en los ejes o tablas, o por omisión de títulos en los ejes de los gráficos. En muchos casos el tamaño de letra de los gráficos es inadecuado.

Por otro lado, haciendo la media ponderada de cada bloque puede verse que la calificación final es similar en los tres bloques (Figura 2).

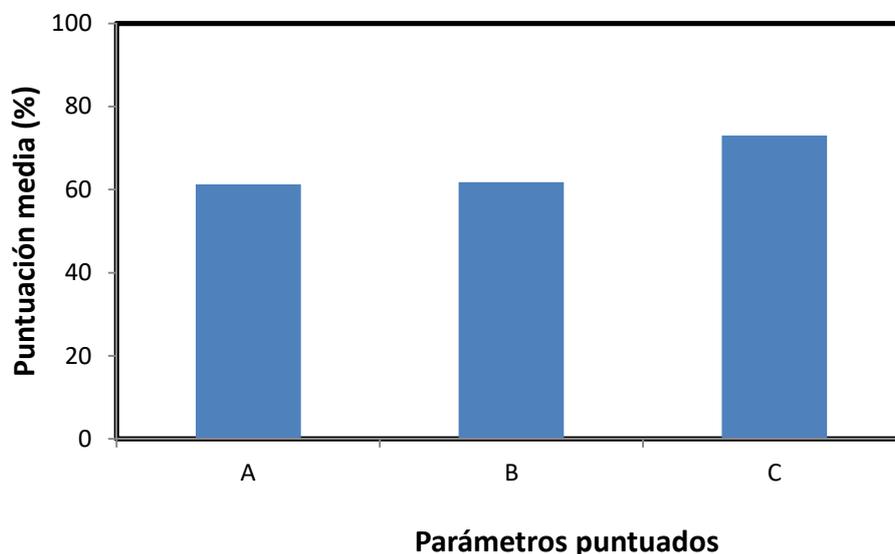


Figura 2. Media ponderada de cada uno de los tres bloques

### Conclusiones

La evaluación por parte de distintos profesores da lugar a una heterogeneidad en la evaluación de los alumnos. Esta práctica es habitual en las asignaturas experimentales, donde son varios profesores los que imparten la misma.

La aplicación de un rúbrica de evaluación ayuda a homogenizar las calificaciones dadas por los profesores, de manera que los alumnos no se vean afectados por el criterio subjetivo del profesor que les está evaluando.

La rúbrica de evaluación de las presentaciones orales realizadas en la asignatura demuestra que hay aspectos formales que los alumnos deben reforzar mediante el ensayo de las presentaciones y el cuidado del formato de tablas y gráficos.

La aplicación de una rúbrica de evaluación en la memoria de prácticas permite conocer que aspectos son los que deberían reforzar el alumnado, y por tanto permite al profesorado proporcionarles herramientas a tal fin al inicio de la asignatura.

### Referencias

1. Bauer C.F., Cole, R. (2012). *Validation of an Assessment Rubric via Controlled Modification of a Classroom Activity*. Journal of Chemical Education 89, 1104-1108.
2. Chen H. J., She J. L., Chou C. C., Tsai, Y. M., Chiu M. H. (2013). *Development and Application of a Scoring Rubric for Evaluating Students' Experimental Skills in Organ-*

*Rúbrica de evaluación en un laboratorio de Ingeniería Química*

- ic Chemistry: An Instructional Guide for Teaching Assistants*. Journal of Chemical Education 90, 1296-1302.
3. Dickinson, P., Adams, J. (2017). *Values in evaluation – The use of rubrics*. Evaluation and Program Planning 65, 113-116.
  4. Martens, K.S.R. (2018). *How program evaluators use and learn to use rubrics to make evaluative reasoning explicit*. Evaluation and Program Planning (in press).
  5. Shadle S. E., Brown E. C., Towns, M. H., Warner, D.L. (2012). *A Rubric for Assessing Students' Experimental Problem-Solving Ability*. Journal of Chemical Education 89, 319-325.



## Factores explicativos de la elección de grados en el área agroalimentaria

**Alberto Masaguer, Sonia Benito, Itziar Arranz y Cristina López-Cózar**

Escuela Técnica Superior de Ingeniería Agronómica, Alimentaria y de Biosistemas. ETSIAAB. Universidad Politécnica de Madrid. Avda. Puerta de Hierro 2. 28029 Madrid. [alberto.masaguer@upm.es](mailto:alberto.masaguer@upm.es), [sonia.benito@upm.es](mailto:sonia.benito@upm.es), [itziar.atorres@alumnos.upm.es](mailto:itziar.atorres@alumnos.upm.es), [cristina.lopezcozar@upm.es](mailto:cristina.lopezcozar@upm.es)

---

### **Abstract**

*The objective of this paper is to identify the factors that influence the student's decision when choosing their university studies. Specifically, the analysis focuses on the degrees in the agri-food area as the first or second option in the pre-registration that takes place prior to enrollment in the university. In order to achieve this goal, a personal survey was carried out on a sample of 430 students from the School of Agronomic, Food and Biosystems Engineering of the Polytechnic University of Madrid. The results obtained through the technique of factor analysis show that the factors that determine the choice of degrees in the agri-food area are the place of residence, the moment in which the election is made, the studies followed previously and the student's personal motivation.*

**Keywords:** Choice of degree, agri-food, motivation, factors.

---

### **Resumen**

*El objetivo de este trabajo es identificar los factores que influyen en la decisión del estudiante al elegir los estudios universitarios que va a cursar. En concreto, el análisis se centra en los grados en el área agroalimentaria como primera o segunda opción en la preinscripción que se realiza previa a la matrícula en la universidad. Para la consecución de este objetivo se ha realizado una encuesta personal a una muestra de 430 estudiantes de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería Agronómica, Alimentaria y de Biosistemas de la Universidad Politécnica de Madrid. Los resultados obtenidos mediante la técnica del análisis factorial muestran que los factores que determinan la elección de los grados en el área agroalimentaria son el lugar de residencia,*

*el momento en el que se realiza la elección, el itinerario seguido anteriormente y la motivación personal del estudiante.*

**Palabras clave:** *Elección de grado, agroalimentaria, motivación, factores.*

## **Introducción**

El objetivo de este trabajo es analizar los factores que determinan la elección que realiza el estudiante del grado que va a cursar. Es ampliamente reconocida la importancia que tiene la elección de la titulación universitaria (Martínez et al., 2015). En línea con Kinnunen et al. (2018), nos parece particularmente relevante en el caso de estudios en Ciencias, Tecnología e Ingeniería, en los cuales las tasas de abandono son altas. Sin embargo, un estudio realizado por Domínguez et al. (2012) pone de manifiesto la necesidad de mejorar la orientación que recibe el alumnado al respecto y, al mismo tiempo, señala al docente universitario como la persona idónea para ofrecer la información académica y asesorar sobre las salidas profesionales. En la misma línea, Álvarez Perez et al. (2015), también señalan la importancia de ayudar a los estudiantes a definir su proyecto formativo, dado que en muchos casos, no tienen una idea clara de las metas que persiguen, ni de la proyección futura de los estudios elegidos. Por ello, nos parece interesante profundizar en las variables que influyen en dicha decisión en el momento de acceder a la enseñanza superior.

Así pues, se quiere estudiar los factores que determinan que se elijan los grados en el área agroalimentaria como primera o segunda opción en la preinscripción que el alumnado realiza antes de formalizar la matrícula en la Universidad. El ámbito de estudio se limita a los estudiantes que actualmente están cursando estudios de grado en el área agroalimentaria en la Universidad Politécnica de Madrid, en particular, en la Escuela Técnica Superior de Ingeniería Agronómica, Alimentaria y de Biosistemas (ETSIAAB). Las titulaciones ofertadas por la ETSIAAB objeto de estudio son: Grado en Ingeniería y Ciencia Agronómica (ICA), Grado en Ingeniería Alimentaria (IA), Grado en Ingeniería Agroambiental (IAMB), Grado en Ciencias Agrarias y Bioeconomía (BIOECO), Grado en Tecnología de las Industrias Agrarias y Alimentarias (IND), y Grado en Ingeniería Agrícola, plan 2017 (IAGR17) y Grado en Ingeniería Agrícola, plan 2010 (IAGR10).

## **Trabajos Relacionados**

La literatura previa ha puesto de manifiesto la trascendencia que tiene la elección de los estudios universitarios para lograr un adecuado desarrollo académico y profesional de los futuros egresados (Martínez et al., 2015). En este sentido, como señalan Rodríguez et al. (2004), el rendimiento universitario está directamente relacionado, entre otros factores, con el grado de satisfacción con la titulación elegida. Álvarez Perez et al. (2015) apuntan que aquellos estudiantes que acceden a la universidad con información adecuada sobre las op-

ciones académicas, y tienen una idea clara de sus propios intereses y expectativas, tendrán más facilidades para lograr una adecuada promoción en sus estudios; por el contrario, aquellos que eligen en el último momento, que no tienen claro que titulación elegir o que se matriculan en una titulación que no sea de su preferencia, estarán más abocados a problemas de rendimiento e insatisfacción. Así mismo, Madden et al. (2018) muestran que existe una relación entre las asignaturas preferidas en la educación secundaria y la elección del grado universitarios.

Por su parte, Sánchez (2001), en una investigación sobre las circunstancias de elección de los estudios superiores y las necesidades de orientación académica, señala que al elegir los estudios universitarios, el estudiante se enfrenta a la definición de un proyecto profesional, y por tanto, un proyecto de vida. En la misma línea, Pablo-Lerchundi et al. (2014), en su trabajo sobre la relación entre la motivación en la elección de distintas carreras técnicas y el desarrollo profesional, encuentran que altos niveles de motivación intrínseca de los estudiantes conducen a una mayor productividad y un mayor nivel de satisfacción en el ámbito laboral. Kinnunen et al. (2018), a partir de una encuesta realizada con una muestra de estudiantes de Reino Unido, Suecia y Finlandia, muestran cómo influyen sus expectativas en las titulaciones elegidas, si bien, también señalan la importancia de gestionar dichas expectativas.

## Metodología

La técnica empleada para la recopilación de información ha sido la encuesta personal. Se realizó en las clases, pasando por todos los cursos de cada uno de los grados, obteniendo un total de 430 respuestas, de una población de 1.210 estudiantes. A modo de resumen, se presenta en la Tabla 1 la ficha técnica de la encuesta, donde se recoge la información más relevante acerca de la población de estudio y la muestra.

Tabla 1. Ficha técnica del estudio

<b>Población</b>	
Unidades de muestreo	Estudiantes
Población total	1.210
Tipo de población	Finita
Ámbito de alcance	ETSIAAB (UPM)
<b>Muestra</b>	
Tamaño muestral	441 (total), 430 (válidas)
Método de muestreo	Aleatorio (quien asistía a clase el día de la encuesta)
Técnica de análisis	Encuesta personal
Tasa de respuesta	36,44%

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 2 se recoge el conjunto de variables de la encuesta realizada, una breve descripción y los valores que puede tomar, a los que se les ha asignado un valor numérico.

**Tabla 2. Definición de variables**

Variable	Definición	Valores
<b>PRIORIDAD</b>	Orden asignado a la carrera que está cursando en la preinscripción.	Variable nominal binaria: 0= Otras; 1= Primera o segunda opción
<b>GRADO</b>	Carrera de grado que cursa el estudiante actualmente	Variable nominal: 1=ICA; 2=IA; 3=IAM; 4=BIOECO; 5=IND; 6=IAGR17; 7=IAGR10
<b>CURSO</b>	Curso (por exceso) que realiza el estudiante	Variable ordinal: 1=1; 2=2; 3=3; 4=4
<b>EDAD</b>	Edad del estudiante	Variable continua
<b>GÉNERO</b>	Sexo del estudiante	Variable nominal binaria: 1=Hombre; 2=Mujer
<b>PROVINCIA</b>	Provincia donde residía antes de comenzar estudios universitarios	Variable nominal en cadena
<b>MADRID</b>	Si el estudiante pertenece o no a la Comunidad de Madrid	Variable nominal binaria: 1=Sí; 0=No
<b>CENTRO</b>	Centro de estudios de procedencia del estudiante previo a la ETSIAAB	Variable nominal: 1=Público; 2=Privado; 3=Concertado; 4=Fuera de España
<b>ESPECIALIDAD</b>	Especialidad cursada en el Bachillerato	Variable nominal: 1=Tecnológicas; 2=Salud 3=Sociales; 4=Artes
<b>MOMENTO</b>	Momento temporal cuando el estudiante tomó la decisión del grado que quería estudiar	Variable nominal: 1=Antes del Bachillerato; 2=Después de la PAU; 3=Durante el Bachillerato; 4=Entre el Bachillerato y la PAU
<b>MOTIVACIÓN</b>	Motivación principal del estudiante para tomar la decisión del grado a estudiar	Variable nominal: 1=Vocacional; 2=Afinidad o gusto; 3=Tradición familiar; 4=Por descarte
<b>CAMBIO GRADO</b>	Si el estudiante pretende cambiarse de grado el próximo curso	Variable nominal binaria 0=No; 1=Sí

Fuente: Elaboración propia

El estudio empírico que se presenta tiene un carácter exploratorio y descriptivo. Para su realización se ha utilizado el método del análisis factorial, una técnica estadística contrastada para poder alcanzar los propósitos que se plantean en este trabajo (Conway y Huffcutt, 2003) y, además, existen precedentes de su aplicación en estudios similares (Corominas, 2001; Sánchez, 2001; Alegre et al., 2017; Santos Rego et al., 2017). El análisis se ha efectuado, primero, utilizando técnicas propias de la estadística descriptiva lo cual permite definir y comparar las características de las personas que componen muestra.

A continuación, se ha realizado un análisis factorial mediante el método de componentes principales (ACP) y rotación Varimax. El ACP tiene como objetivo transformar (sin perder información) un conjunto de variables originales en otro nuevo, combinación lineal de las originales, caracterizados por estar incorrelacionados entre sí, que sucesivamente expliquen la mayor parte de la varianza total. Con este tipo de análisis se pretende agrupar las principales variables del modelo de tal manera que podamos definir los factores más importantes que influyen en la elección de la titulación de forma más concreta y sencilla. Por otra parte, la rotación Varimax es la más utilizada, pues consigue que cada componente rotado presente correlaciones sólo con unas cuantas variables, y es adecuada cuando el número de componentes es reducido como ocurre en el presente trabajo.

Posteriormente, se ha sometido a las variables al test de esfericidad de Barlett (Bartlett, 1950), el cual permite comprobar si la matriz de correlaciones es una matriz de identidad, y se considera el índice Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) (Kaiser, 1970), que compara las magnitudes de los coeficientes de correlación simple con las magnitudes de los coeficientes de correlación parcial (valores superiores a 0,4 indican que es adecuado utilizar el análisis factorial). La tabla 3 muestra la prueba de Barlett y el índice KMO.

**Tabla 3. Índice Kaiser-Meyer-Olkin y prueba de Bartlett <sup>(a)</sup>**

<b>Medida de adecuación muestral de Kaiser-Meyer-Olkin</b>		0,467
<b>Prueba de esfericidad de Bartlett</b>	Chi-cuadrado aproximado	93,195
	G1	36
	Sig.	0,000

<sup>(a)</sup> Sólo aquellos casos para los que PRI\_BINARIA = primera o segunda opción, serán utilizados en la fase de análisis. Fuente: elaboración propia.

Una vez observada la adecuación para la realización del análisis factorial exploratorio a este conjunto de variables, se procede a llevar a cabo la siguiente fase que consiste en la extracción de componentes, a través de la agrupación de las 9 variables originales en unas nuevas (llamadas componentes o factores), las cuales son combinaciones de las originales (Tabla

4). Para ello se ha utilizado el método de componentes principales y se ha optado por establecer una determinación a priori, en la que se recomienda extraer 4 componentes.

Tabla 4. Matriz de componentes <sup>(a, b)</sup>

	Componente 1	Componente 2	Componente 3	Componente 4
<b>GRADO</b>	-0,374	0,160	0,152	-0,364
<b>EDAD</b>	0,073	<b>0,638</b>	-0,389	0,360
<b>GENERO</b>	0,477	-0,363	-0,305	0,073
<b>MADRID</b>	<b>0,706</b>	0,321	0,190	-0,001
<b>CENTRO</b>	0,500	0,404	0,277	-0,287
<b>ESPECIALIDAD</b>	0,454	-0,462	0,073	-0,410
<b>MOMENTO</b>	0,152	-0,387	-0,104	0,522
<b>MOTIVO</b>	0,227	0,014	0,469	<b>0,461</b>
<b>CAMBIO</b>	-0,227	-0,100	<b>0,729</b>	0,227

Método de extracción: Análisis de componentes principales.

a) 4 componentes extraídos

b) Sólo aquellos casos para los que PRI\_BINARIA = primera o segunda opción, serán utilizados en la fase de análisis.  
Fuente: Elaboración propia a partir de los resultados obtenidos en el SPSS

La figura 1 muestra el gráfico de sedimentación; como se puede observar, en principio parece factible la extracción de los cuatro factores citados.

## Resultados

Uno de los principales problemas que se plantean en este análisis es la elección del número de factores, si bien, se trata de una decisión que debe adoptar el propio investigador. Dicha decisión debe basarse en elegir aquellos factores que explican una mayor cantidad de varianza total. En este caso, son los 4 primeros los que explican la mayor parte de la varianza, en concreto el 54% de la misma. También debe seleccionarse aquellos factores cuyos autovalores superen claramente la unidad. En este caso, los cuatro primeros la superan claramente. Así pues, elegimos los cuatro primeros componentes; aunque se pierde un 44% de la información original, sigue los márgenes aceptables para la extracción de componentes principales en este tipo de trabajos (Alegre et al., 2017; Santos Rego et al., 2017). La tabla 5 muestra los datos obtenidos para los cuatro primeros componentes.

Figura 1 Gráfico de sedimentación

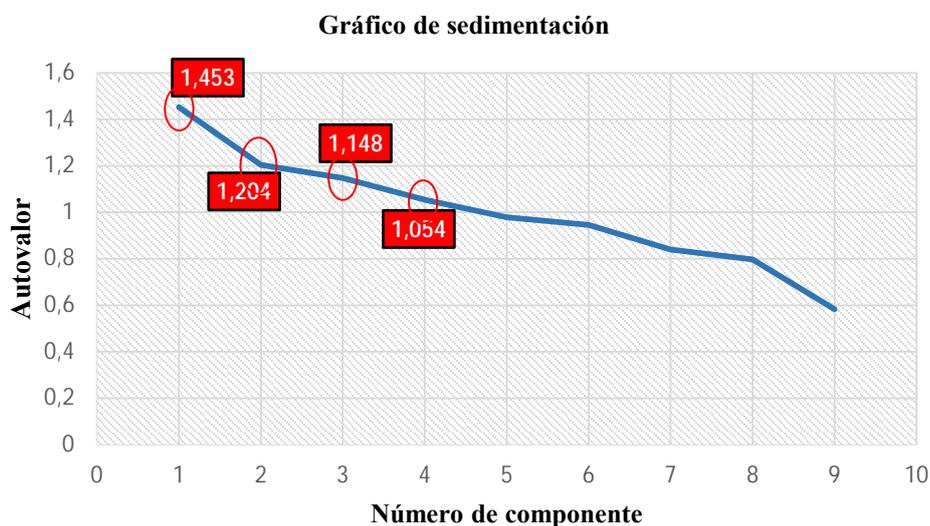


Tabla 5. Varianza total explicada<sup>(a)</sup>

Componente	Autovalores iniciales		
	Total	% varianza	% acumulado
1	1,453	16,148	16,148
2	1,204	13,383	29,531
3	1,148	12,758	42,289
4	1,054	11,714	54,002
5	0,979	10,881	64,883
6	0,941	10,458	75,341
7	0,840	9,330	84,670
8	0,797	8,853	93,524
9	0,583	6,476	100,000

Método de extracción: Análisis de Componentes principales.

a) Sólo aquellos casos para los que PRI\_BINARIA = primera o segunda opción, serán utilizados en la fase de análisis

Fuente: Elaboración propia a partir de los resultados obtenidos en el SPSS

En la tabla 6 se muestra la matriz de componentes rotados. Los resultados obtenidos evidencian la existencia de cuatro factores principales. Factor 1: incluye los datos de procedencia del estudiante, datos de residencia (si vivía o no en Madrid antes de acceder a la Universidad) y de tipo de centro de estudio de procedencia (centro privado, público, concertado o de fuera de España). Explica el 16,14% de la varianza total. Factor 2: Se incluye en este factor el momento de decisión en el que el estudiante elige el grado que quiere estudiar (durante o después del bachillerato, antes o después de la PAU). Explica el 13,38% de la varianza total. Factor 3: Incluye como factor influyente la especialidad que el estudiante cursa en bachillerato (tecnológica, salud, sociales y artes) para explicar su elección de las titulaciones en primera y segunda opción. Explica el 12,75% de la varianza total. Factor 4: incluye las motivaciones del estudiante para elegir o dejar la carrera (vocacional, tradición familiar, afinidad o descarte). Explica el 11,71% de la varianza total.

**Tabla 6. Matriz de componentes rotados**

<b>Variable</b>	<b>Compnte. 1</b>	<b>Compnte. 2</b>	<b>Compnte. 3</b>	<b>Compnte. 4</b>
<b>GRADO</b>	-0,097	-0,556	0,050	-0,011
<b>EDAD</b>	0,197	0,108	-0,774	-0,211
<b>GENERO</b>	0,097	0,567	0,241	-0,262
<b>MADRID</b>	<b>0,773</b>	0,192	-0,028	0,058
<b>CENTRO</b>	<b>0,736</b>	-0,167	0,053	0,013
<b>ESPECIALIDAD</b>	0,235	0,175	<b>0,693</b>	-0,162
<b>MOMENTO</b>	-0,214	<b>0,617</b>	-0,006	0,171
<b>MOTIVO</b>	0,214	0,265	-0,084	<b>0,601</b>
<b>CAMBIO</b>	-0,082	-0,166	0,111	<b>0,773</b>

Fuente: Elaboración propia

## **Conclusiones**

Con este tipo de análisis se pretende agrupar las principales variables del modelo de tal manera que podamos definir los factores más importantes que influyen en la elección de la titulación de forma más concreta y sencilla. Según los resultados obtenidos, se evidencia la existencia de cuatro factores principales que explican la elección de los estudiantes: su procedencia, el momento en el que se toma la decisión, itinerario seguido anteriormente y motivación personal.

De una forma global, resaltar como resultados relevantes del estudio que los estudiantes son mayoritariamente mujeres (65,6%), con vocación o afinidad por el grado elegido (70,3%), fundamentalmente de Madrid (82,8%) y que realizan la elección de sus estudios después de la PAU (39,1%) o entre el bachillerato y la PAU (25%). Enfatizar que la elección del grado corresponde fundamentalmente a la primero o segunda opción (79,7%).

A la vista de las respuestas del estudio, se puede además destacar que el momento de la elección del estudiante es independiente del grado elegido, del género y de la edad. Todo indica que el estudiante espera a los resultados de la PAU para tomar la decisión final que le inclina a estudiar uno u otro grado. Sin embargo se considera importante, que como Centro Universitario, se debe realizar la promoción de la oferta educativa con anterioridad, para que cuando el estudiante quiera tomar la decisión cuente con la mayor información posible y pueda seleccionar sus estudios con suficiente conocimiento de materias y competencias de cada grado.

## Referencias

- Alegre, O. M., Guzmán, R., Arvelo, C. N. (2017). La tutoría y la inclusión en la formación del profesorado de educación primaria. *Educatio Siglo XXI*, 35(2), 43-64.
- Álvarez Pérez, P. R., López Aguilar, D., Pérez-Jorge, D. (2015). El alumnado universitario y la planificación de su proyecto formativo y profesional. *Revista Electrónica" Actualidades Investigativas en Educación"*, 15(1), 1-24.
- Bartlett, M. S. (1950). Tests of significance in factor analysis. *British Journal of Statistical Psychology*, 3(2), 77-85
- Conway, J. M., Huffcutt, A. I. (2003). A review and evaluation of exploratory factor analysis practices in organizational research. *Organizational research methods*, 6(2), 147-168.
- Corominas, E. (2001). La Transición a los estudios universitarios: abandono o cambio en el primer año en la universidad. *Revista de Investigación Educativa*, 19(1), 127-151.
- Domínguez, G., Álvarez, F. J., López, A. M. (2013). Acción tutorial y orientación en el periodo de transición de la educación secundaria a la universidad: La orientación al alumnado de nuevo ingreso. *REDU: Revista de Docencia Universitaria*, 11(2), 221.
- Kaiser, H.F. (1970). A second generation little jiffy. *Psychometrika*, 35 (4), 401-415.
- Kinnunen, P., Butler, M., Morgan, M., Nysten, A., Peters, A. K., Sinclair, J., Kalvala, S., Pesonen, E. (2018). Understanding initial undergraduate expectations and identity in computing studies. *European Journal of Engineering Education*, 43(2), 201-218.
- Madden, A. D., Webber, S., Ford, N., Crowder, M. (2018). The relationship between students' subject preferences and their information behaviour. *Journal of Documentation* 74(4), 692-721.

*Factores explicativos de la elección de grados en el área agroalimentaria*

- Martínez, A. M., Sánchez, M. C., Ortega, F. Z., Zurita, M. L. (2015). La elección de estudios superiores universitarios en función de la modalidad de estudios, la nota media y el género. *Magister*, 27(1), 18-25.
- Pablo-Lerchundi, I., Núñez-del-Río, M. C., González-Tirados, R. M. (2014). Career choice in engineering students: its relationship with motivation, satisfaction and the development of professional plans. *Annals of Psychology*, 31(1), 268-279.
- Rodríguez, S., Fita, E., Torrado, M. (2004). El rendimiento académico en la transición secundaria-universidad. *Revista de Educación*, 334(1), 391-414.
- Sánchez, M. F. (2001). La orientación universitaria y las circunstancias de elección de los estudios. *Revista de Investigación Educativa*, 19(1), 39-61.
- Santos Rego, M. A., Sotelino Losada, A., Jover Olmeda, G., Naval, C., Álvarez Castillo, J. L., Vázquez Verdera, V., Sotelino Losada, A. (2017). Diseño y validación de un cuestionario sobre práctica docente y actitud del profesorado universitario hacia la innovación (CUPAIN). *Educación XX1*, 20(2), 39-71.



## **Diseño de una actividad para el desarrollo y evaluación de competencias transversales en el ámbito de la Teoría de Máquinas y Mecanismos**

**Josep Lluís Suñer Martínez<sup>a</sup>, Javier Carballeira Morado<sup>b</sup>**

Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño, Universitat Politècnica de València, Camino de Vera s/n, 46022 València

<sup>a</sup> [josuner@mcm.upv.es](mailto:josuner@mcm.upv.es), <sup>b</sup> [jacarmo@mcm.upv.es](mailto:jacarmo@mcm.upv.es)

---

### ***Abstract***

*The institutional project of the Universitat Politècnica de València (UPV) on generic competences introduces the development and evaluation of these competences in the different years of the Bachelor and Master degrees. The academic management of the different schools and faculties of the UPV turns certain subjects into checkpoints for the assessment of these generic competences. Finally, the assessment regulations of the Technical School of Design Engineering (ETSID) of the UPV requires to have at least three different assessment procedures in a subject. Within this context, this paper presents an activity for the subject "Machines and Mechanisms" in the Degree in Electrical Engineering (GIE), focused on the construction of a model of a real mechanism, that allows to evaluate the specific competences of the subject and, at the same time, to work several generic competences and even to assess them if necessary. The results obtained in these last two years, together with the improvements planned for the next year are also presented.*

**Keywords:** *Generic Competences, Specific Competences, Assessment, Mechanism and Machine Theory.*

---

### ***Resumen***

*El programa institucional de la Universitat Politècnica de València (UPV) sobre competencias transversales introduce el desarrollo y evaluación de estas competencias en los diferentes niveles de Grados y Másteres. La ordenación*

*académica de las diferentes escuelas y facultades de la UPV convierte a determinadas asignaturas en puntos de control de competencias transversales concretas. Por último, la normativa de evaluación de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño (ETSID) de la UPV obliga a tener al menos tres procedimientos diferentes de evaluación en una asignatura. Dentro de este contexto, la presente ponencia presenta una actividad para la asignatura “Máquinas y Mecanismos” del Grado en Ingeniería Eléctrica (GIE), centrada en la construcción de un modelo de un mecanismo real, que sirva para la evaluación de las competencias específicas de la asignatura a la vez que permite trabajar diversas competencias transversales y evaluarlas si fuera necesario. También se presentan los resultados obtenidos durante los dos últimos cursos, así como las mejoras previstas para el próximo.*

**Palabras clave:** *Competencias Transversales, Competencias Específicas, Evaluación, Teoría de Máquinas y Mecanismos.*

## **Introducción**

Hoy en día está plenamente asumida la formación en competencias transversales dentro de los planes de estudios de los diferentes títulos de grado y posgrado universitarios. El proceso de integración de esta formación se enfrenta a muchas dificultades. Algunos de los factores principales que juegan en contra de esta integración son la falta de medios y formación previa del profesorado que debe llevarla a cabo; y la falta de reconocimiento del esfuerzo que debe realizar dicho profesorado en el proceso, de tal manera que puede provocar reticencias y rechazo.

La evaluación de las competencias específicas y su grado de consecución se refleja en los planes de estudio según la manera tradicional basado en calificaciones numéricas. Para ello, el profesorado se basa en su experiencia y conocimientos de forma que existen múltiples alternativas para la evaluación de estas competencias. Sin embargo, la evaluación de las competencias transversales es una tarea pendiente y por definir. Se sobreentiende que los estudiantes adquieren estas capacidades y habilidades al final de su formación como graduados, pero a día de hoy se siguen desarrollando metodologías robustas para su evaluación (Villa et al., 2011). En este sentido, parte del profesorado puede sentirse poco preparado ya que se trata de un tema novedoso y de un ámbito ajeno a la formación técnica, en el que están especializados.

La ordenación docente de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño (ETSID) de la UPV establece que se debe evaluar una asignatura utilizando al menos tres métodos de evaluación diferentes. Los procedimientos que se pueden utilizar en la Universitat Politècnica de València son exámenes orales, pruebas escritas de respuesta abierta, pruebas objetivas

(tipo test), mapas conceptuales, trabajos académicos, preguntas del minuto, diarios, portafolios, proyectos, casos y observaciones.

Todo esto lleva a un diseño de asignaturas que permite utilizar diferentes actividades para trabajar y evaluar no solo las competencias específicas de la asignatura sino también, si están correctamente diseñadas, trabajar y evaluar, llegado el caso, competencias transversales.

El número de competencias transversales que se pueden trabajar en educación superior puede ser muy elevado, pero desde la Universitat Politècnica de València (UPV), tomando como referencia las normativas y directrices consideradas como más relevantes a nivel nacional e internacional, se ha definido un conjunto constituido por trece competencias transversales, que se enumeran a continuación (UPV, 2015): CT-01 Comprensión e integración; CT-02 Aplicación y pensamiento práctico; CT-03 Análisis y resolución de problemas; CT-04 Innovación, creatividad y emprendimiento; CT-05 Diseño y proyecto; CT-06 Trabajo en equipo y liderazgo; CT-07 Responsabilidad ética, medioambiental y profesional; CT-08 Comunicación efectiva; CT-09 Pensamiento crítico; CT-10 Conocimiento de problemas contemporáneos; CT-11 Aprendizaje permanente; CT-12 Planificación y gestión del tiempo; CT-13 Instrumental específica.

En el curso 15-16 un Equipo de Innovación y Calidad Educativa formado por profesores de Ingeniería Mecánica y Ciencia de los Materiales (Carballeira et al., 2015) desarrolló un Proyecto de Innovación y Mejora Educativa para la elaboración de actividades que permitieran evaluar las competencias transversales CT-02 Aplicación y pensamiento práctico, CT-03 Análisis y resolución de problemas, y CT-08 Comunicación efectiva. Los resultados más relevantes de dicho proyecto pueden encontrarse en (Carballeira et al., 2016).

Una de las principales conclusiones de dicho proyecto fue que la incorporación de actividades de aprendizaje y evaluación más completas que las tradicionales genera una excelente oportunidad para el desarrollo y evaluación de competencias transversales. En este sentido, se observó que incluso en aquellas asignaturas que no debían evaluar competencias transversales, pero que habían incorporado actividades que permitieran trabajarlas, la respuesta de los estudiantes en cuanto a su motivación y profundidad de aprendizaje había mejorado.

La idea era diseñar y planificar actividades que no supusieran un cambio drástico en la metodología docente, ni en los contenidos específicos, dado que muchas de ellas se iban a incorporar con el curso ya iniciado, y además, se pretendía facilitar esta tarea a los profesores más escépticos.

En este trabajo se va a presentar una de estas actividades, explicando tanto su diseño como los resultados y conclusiones obtenidas después de su implantación en dos cursos consecutivos. Esta actividad se lleva a cabo en la asignatura “Máquinas y Mecanismos” del Grado en Ingeniería Eléctrica (GIE), que es la única del ámbito de la Teoría de Máquinas y

Mecanismos que está incluida en su plan de estudios. Para los estudiantes de este grado supone el único contacto con un ámbito de la ingeniería que está mucho más desarrollada en otros grados, como el de Ingeniería Mecánica o el de Ingeniería en Tecnologías Industriales. Por esto se plantea que el desarrollo de la asignatura no se restrinja a los ámbitos específicos de la Teoría de Máquinas y Mecanismos, haciendo un planteamiento estanco, sino que, mediante las actividades adecuadas, este desarrollo tenga conexiones con los ámbitos más especializados de la Ingeniería Eléctrica, como son las máquinas eléctricas o sistemas de control.

### **La asignatura Máquinas y Mecanismos en el Grado de Ingeniería Eléctrica. Situación previa**

La asignatura Máquinas y Mecanismos, impartida en 2º curso del Grado en Ingeniería Eléctrica, puede considerarse como una asignatura de transición entre las disciplinas de formación básica, como Física o Matemáticas, y las estrictamente tecnológicas, como el Diseño de Máquinas o la Simulación Dinámica de Sistemas Multicuerpo. En el plan de estudios del Grado en Ingeniería Eléctrica de la ETSID esta asignatura será el último contacto del alumnado con una disciplina específica del Departamento de Ingeniería Mecánica. Esto ha llevado a plantear que en la asignatura se incluyan aspectos que en otros grados aparecen en asignaturas posteriores, de cara a mejorar la transversalidad del GIE en general.

Una característica diferencial del Grado en Ingeniería Eléctrica de la ETSID es la presencia significativa de estudiantes procedentes de Ciclos Formativos frente a las otras titulaciones. Al ser estudiantes con una formación previa diferente a la de los alumnos de Bachillerato, también se planteó el poder aprovechar esa formación alternativa a la hora de modificar actividades y métodos de evaluación.

En la asignatura Máquinas y Mecanismos del Grado en Ingeniería Eléctrica impartido en la ETSID se han utilizado en los últimos cuatro cursos cuatro métodos de evaluación: pruebas escritas de respuesta abierta, con un peso del 50% en la nota de la signatura; trabajo en equipo, con un 25%; prácticas de laboratorio, con un 15%, y preguntas del minuto, con un 10%.

En los dos primeros cursos de estos cuatro el trabajo en equipo consistía en tres actividades que correspondían a los tres bloques principales de la asignatura: análisis cinemático de mecanismos planos, análisis dinámico de fuerzas en mecanismos planos y análisis dinámico de movimiento en mecanismos planos. Cada equipo estaba formado por cinco estudiantes, escogidos de forma aleatoria por el profesorado. Las actividades se realizaban en fechas y horas fuera del horario de clases, de manera concertada con el alumnado, y estaban depositadas en la plataforma de teleformación de la UPV, Poliformat, con una disponibilidad de tiempo limitada. Dado que el desarrollo de la actividad se realizaba sin una supervisión directa por parte del profesorado, para asegurar que todo el equipo se reunía para realizar el

trabajo se pedía una prueba fotográfica de los componentes del grupo y con visualización de la hora, antes y después de realizar la actividad.

Cada una de las actividades consistía en la resolución de ejercicios de nivel semejante a los de las pruebas escritas por parte del grupo de trabajo. Esto obligaba a generar problemas nuevos con un nivel semejante al de las pruebas escritas, con el consiguiente esfuerzo para el profesorado. Habida cuenta de que los equipos realizaban la actividad en el lugar que estimaran oportuno y que las posibilidades de paso de resultados entre grupos podían darse, se debían generar un gran número de enunciados con datos y soluciones diferentes para que la plataforma de teleformación asignara aleatoriamente a cada grupo un problema con diferentes datos, lo cual también suponía un sobreesfuerzo del profesorado. Por último, la propia implementación de la prueba en la plataforma de teleformación requería un consumo elevado de tiempo adicional.

Por lo que respecta a las competencias transversales, esta actividad solo promovía la CT-06 Trabajo en equipo y liderazgo, pero a unos niveles muy bajos, tanto por el tiempo en el que se realizaba la actividad, relativamente breve, como por la imposibilidad por parte del profesorado de establecer una evaluación si fuera necesario.

El que el trabajo en equipo se centrara en la realización de actividades con bastante semejanza a los ejercicios de las pruebas escritas, las cuales no aportaban diferencias sustanciales frente a otros métodos de evaluación, y que el profesorado invirtiera mucho esfuerzo y tiempo en la realización de las pruebas llevó a los docentes a una reflexión que condujo a la decisión de cambiar la actividad de trabajo en equipo. Se determinó que la actividad debía servir para profundizar en aspectos de la competencia específica de la asignatura que no podían ser mostrados o explicados en las lecciones convencionales y que, al estar el profesorado involucrado en un Equipo de Innovación y Calidad Educativa que trabaja en la creación de actividades que permiten evaluar competencias transversales, el trabajo de éstas debía aparecer.

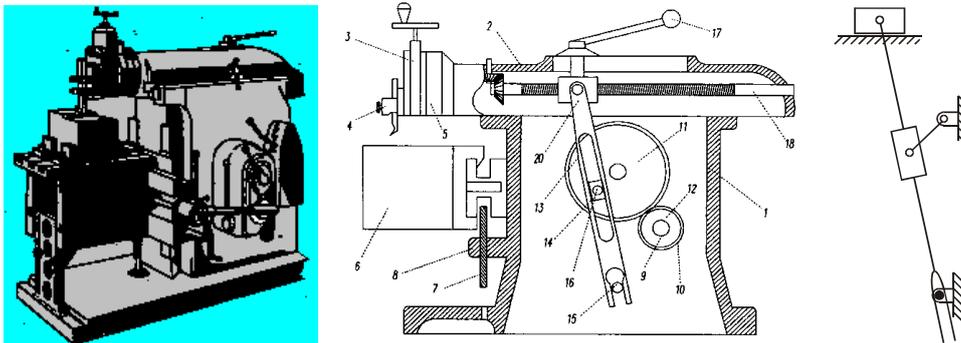
## **Metodología**

La conclusión a la que había llegado el profesorado de la asignatura era que la actual actividad de trabajo en equipo no era adecuada para incluir nuevos aspectos, tanto referentes a las competencias específicas como transversales, ausentes hasta ahora. Era necesario un cambio.

A la hora de efectuar el desarrollo de la asignatura en la docencia convencional el uso de diagramas cinemáticos es fundamental, ya que permiten determinar la información necesaria para efectuar los análisis correspondientes. Sin embargo, la abstracción que se lleva a cabo al utilizar diagramas cinemáticos puede que el estudiante obvие la relación que deben guardar éstos con los sistemas mecánicos reales a los que representan. Por otro lado, la elaboración

de ejercicios para evaluación requiere que estén diseñados para hacer visible la adquisición y asimilación de los conocimientos y habilidades propios de la disciplina. Esta necesidad puede hacer que en los ejercicios se muestren mecanismos cuyos análisis sí necesiten esos conocimientos y habilidades pero que son mecanismos de difícil presencia en la realidad, tanto en topología como en datos.

**Figura 1 Máquina, mecanismo y diagrama cinemático**



Con todo esto, en la modificación de la actividad de trabajo en grupo se incluyó el uso de sistemas mecánicos lo más reales posible, de cara a que el alumnado pudiera entender de primera mano cómo son los mecanismos reales y pudiera aplicar en ellos conocimientos y habilidades adquiridos en las lecciones convencionales.

Como se ha comentado en el apartado anterior, en el GIE de la ETSID hay un porcentaje sensiblemente mayor de alumnos procedentes de grados formativos que en el resto de grados. Por su formación previa, este alumnado está mucho más habituado que el que procede del bachillerato a trabajar con sistemas reales de manera práctica. De cara al diseño de la actividad, este factor se consideró interesante y que podría aprovecharse para enriquecer la actividad.

Con todas estas premisas se diseñó la actividad de trabajo en equipo a desarrollar por el alumnado y que consiste en realizar un análisis completo de un mecanismo real. La actividad se llevará a cabo siguiendo los siguientes términos:

1. El trabajo se realiza en grupos de cuatro estudiantes, conformados voluntariamente. Si se da el caso de que hay estudiantes que no tienen grupo de trabajo, el profesorado actuará conformando los grupos con estos estudiantes. Todos los miembros del grupo tendrán la misma nota en el trabajo.
2. El grupo de trabajo propone al profesorado el mecanismo sobre el que trabajará. Deberá ser un mecanismo de un sistema real que contenga las características (barras, pares cinemáticos, actuadores, etc.) mostradas en las clases de aula y que permita realizar sobre él los análisis cinemáticos y dinámicos inversos y directos. El

profesorado dará el visto bueno al mecanismo, en un tutoría concertada, teniendo en cuenta que no haya grupos con el mismo mecanismo y que el mecanismo pueda ser analizable al nivel de la asignatura, y dará directrices al grupo para enfocar los diferentes análisis.

3. El grupo realiza un modelo del mecanismo real, que puede ser construido con aquellos componentes y materiales que el grupo estime oportuno, como por ejemplo sistemas de construcción del ámbito del juguete, componentes de ferretería o incluso pueden construir sus propios componentes en el laboratorio de impresión 3D de la ETSID. También puede realizarse un modelo virtual del mecanismo utilizando programas como *Working Model 2D*, *Solidworks* o *Autodesk Inventor*, en el caso de que haya componentes del equipo que dominen estos programas. Por último, el modelo del mecanismo puede obtenerse a partir de una recuperación de máquinas o sistemas mecánicos a los que el alumnado pueda tener acceso. En este caso el mecanismo será uno real.
4. El grupo realiza una memoria que consta de una introducción donde se describe el mecanismo estudiado, se aporta una breve reseña histórica del mecanismo y se describen diferentes alternativas al mecanismo seleccionado para realizar el mismo trabajo. Se incluirán los análisis cinemático, dinámico inverso y dinámico directo del mecanismo estudiado, con un formato similar a los problemas realizados en clase. Los datos de los diferentes análisis serán revisados por el profesorado en una tutoría concertada para ello. Además, la memoria incluirá un presupuesto del trabajo realizado, contabilizando horas de trabajo, coste de materiales, etc. La corrección de la memoria será realizada por el profesorado y valdrá el 50% de la nota de la actividad.
5. El grupo realiza una defensa oral del trabajo, en la que intervendrán todos los componentes del grupo y con un orden establecido de manera aleatoria en el momento de iniciar la defensa. La defensa se realiza en presencia del profesorado y de otros grupos de trabajo con una exposición de 10 minutos y un turno de preguntas del profesorado y el resto de grupos de 5 minutos. La evaluación de la defensa oral la realizarán el profesorado, con un peso del 70% y los grupos presentes, haciendo una coevaluación, con un peso del 30%. El peso de la defensa oral será del 50% de la actividad.
6. El peso total de la actividad en el conjunto de la asignatura, como se ha indicado anteriormente, es del 25% de la nota de la asignatura.

Se debe resaltar que para la realización de la corrección de las diferentes partes se cuenta con rúbricas generadas previamente por los diferentes Equipo de Innovación y Calidad Educativa de la UPV (UPV, 2015) y una lista de control creada específicamente para la actividad y que se muestra en la Figura 2. Esta lista de control se utiliza para la evaluación de la exposición oral y es cumplimentada tanto por el profesorado que realiza la heteroevaluación como el

alumnado que realiza la coevaluación y tiene, como característica especial, la inclusión de preguntas al grupo evaluador comparando el trabajo propio con respecto al que están evaluando.

Teniendo en cuenta que la asignatura “Máquinas y Mecanismos” se imparte en el 2º curso del GIE, el trabajo de las competencias transversales debe llegar al primero de los tres niveles que el proyecto institucional de la UPV establece para sus estudios de Grado y Máster (UPV, 2015).

Las competencias transversales que se trabajan en esta actividad y el nivel al que se puede llegar con la actividad son las siguientes:

- CT-01 Comprensión e integración: el grupo debe describir, relacionar e interpretar situaciones y planteamientos sencillos dentro del ámbito de la Teoría de Máquinas y Mecanismos.
- CT-02 Aplicación y pensamiento práctico: el grupo debe aplicar a la práctica su capacidad y los recursos de los que dispone para los análisis en mecanismos planos siguiendo las instrucciones indicadas en las clases convencionales.
- CT-03 Análisis y resolución de problemas: el grupo debe analizar los problemas que suponen tanto la realización del modelo como los análisis de los mecanismos aplicando los métodos aprendidos.
- CT-05 Diseño y proyecto: el grupo debe lograr el objetivo específico de diseñar y crear un modelo de mecanismo mediante la realización las tareas adecuadas y con un uso efectivo de los recursos disponibles.
- CT-06 Trabajo en equipo y liderazgo: todos los componentes del grupo deben participar y colaborar activamente en las tareas del equipo, orientándose hacia el trabajo en común
- CT-08 Comunicación efectiva: en la exposición oral, los miembros del grupo deben exponer su trabajo de forma estructurada e inteligible durante el breve tiempo de su exposición individual como en el turno de preguntas; en la memoria escrita, el grupo debe seleccionar la información relevante del trabajo y ordenarla de forma lógica para elaborar un documento que sea comprensible, utilizando los recursos adecuados.
- CT-09 Pensamiento crítico: se trabaja en el momento de la coevaluación de la exposición oral, con las preguntas incorporadas de comparación de trabajos en la lista de control.

Figura 2 Lista de control para la evaluación de la presentación oral

**Evaluación de la defensa oral del trabajo de Máquinas y Mecanismos del GIE.**

Sesión: \_\_\_\_\_ . Turno: \_\_\_\_\_ .

Día: \_\_\_ / \_\_\_ / \_\_\_\_\_ Hora de inicio: \_\_\_\_\_ : \_\_\_\_\_ .

Grupo que realiza la defensa: \_\_\_\_\_

Grupo evaluador: \_\_\_\_\_

*Todos los apartados se valorarán de 0 a 3 de acuerdo con la guía proporcionada para la evaluación.*

<b>Apartado 1: Realización de la defensa</b>	
<i>Apartado 1.1: Exposición oral</i>	
<i>Apartado 1.2: Calidad de las diapositivas</i>	
<i>Apartado 1.3: Turno de preguntas</i>	
<b>Apartado 2: Modelo de mecanismo</b>	
<i>Apartado 2.1: Representatividad del modelo</i>	
<i>Apartado 2.2: Proceso de creación o recuperación del modelo</i>	
<i>Apartado 2.3: Utilidad del modelo</i>	
<b>Apartado 3: Análisis realizados</b>	
<i>Apartado 3.1: Análisis cinemático</i>	
<i>Apartado 3.2: Análisis dinámico de fuerzas</i>	
<i>Apartado 3.3: Análisis dinámico de movimiento</i>	
<b>Apartado 4: Comparativa con trabajo del equipo evaluador</b>	
<i>Apartado 4.1: Posibilidad de mejora del trabajo propio</i>	
<i>Apartado 4.2: Nivel del trabajo evaluado respecto del propio</i>	

*Diseño de una actividad para el desarrollo y evaluación de competencias transversales en el ámbito de la Teoría de Máquinas y Mecanismos*

- CT-11 Aprendizaje permanente: el grupo debe mantener una actitud activa frente a las dificultades y dudas que surjan durante la actividad, interesándose por su solución.
- CT-12 Planificación y gestión del tiempo: el grupo debe ceñirse a los plazos marcados por el profesorado para realizar la actividad y organizar las tareas que conlleva su consecución para conseguirlo.

El tiempo invertido para una actividad como ésta es un factor importante tanto para el profesorado como para el alumnado. Para el profesorado porque se necesita tiempo para realizar el seguimiento establecido a través de las tutorías y los procedimientos de evaluación, tanto la exposición oral como las memorias escritas. El uso de rúbricas y listas de control facilita esta tarea. Y para el alumnado, porque se necesita tiempo para construir el modelo de mecanismo, realizar los diferentes análisis requeridos y resolver los problemas que surgen de aplicar los conceptos teóricos de clase a sistemas reales.

## **Resultados**

Aparte de las calificaciones obtenidas por los grupos de trabajo, muchos de los resultados que se pueden obtener de esta actividad son más cualitativos que cuantitativos.

Así, y dentro del ámbito de la competencia específica de la TMM, se ha expuesto al alumnado al hecho de tener que construir o identificar mecanismos reales y apreciar las diferencias entre estos sistemas reales y los diagramas empleados en los análisis cinemáticos y dinámicos. El alumnado deja de ver estos instrumentos, los diagramas, como algo alejado de la realidad y pasan a ser una herramienta utilizable en los mecanismos reales. También mejora su comprensión de conceptos propios de la asignatura, como los pares cinemáticos, los actuadores, los sistemas de transmisión de movimiento, etc.

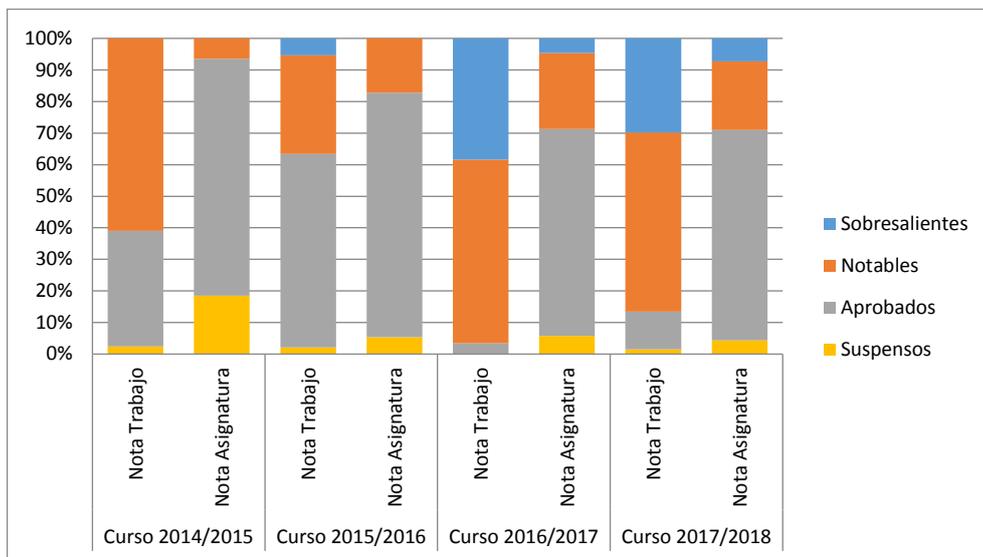
**Figura 3. Modelos de mecanismos, construido por impresión 3D, virtual y recuperado**



Por lo que respecta a los análisis en sí, el alumnado aprecia la dificultad de trabajar con sistemas mecánicos reales y no con casos creados para pruebas de evaluación. Ganan en dominio de órdenes de magnitud en dimensiones, velocidades, aceleraciones, fuerzas y pares de fuerzas.

Aún así es cuantificable la influencia de esa actividad en las calificaciones de la asignatura, como se observa en gráfico de la Figura 4. Las notas de las actividades nuevas, cursos 2016/2017 y 2017/2018, son mejores que las de las actividades que se hacían en los dos cursos anteriores, y eso repercute en una ligera mejora en las notas finales de la asignatura. Eso conlleva a que, pese a haber invertido más tiempo en la realización de las nuevas tareas, el alumnado no se ha visto perjudicado en el rendimiento de las otras partes de la asignatura.

**Figura 4. Calificaciones en los cuatro últimos cursos de trabajos en grupo y final de asignatura, agrupados por niveles de calificación.**



Sin embargo, con esta nueva actividad el alumnado ha trabajado varias competencias transversales que de otro modo no se podía hacer. Cuando este alumnado vuelva a encontrarse en situación de tener que utilizar estas competencias o incrementar su nivel en ellas, el realizar esta actividad le habrá proporcionado una base que le ayudará en esa nueva situación.

### Conclusiones

La formación en competencias transversales dentro de los planes de estudios de grado y másteres requiere, por un lado, de la implicación del profesorado que imparte las diferentes

asignaturas y, por otro lado, de instrumentos adecuados para trabajar y evaluar estas competencias transversales, que faciliten la tarea a los docentes.

En esta ponencia se ha presentado una actividad que permite trabajar diferentes competencias transversales y hacer una evaluación de ellas, si se diera el caso. Con ella se pretende poner de relieve que en cualquier asignatura se puede trabajar competencias transversales con las herramientas adecuadas y que el profesorado puede construir estas herramientas y utilizarlas sin que suponga una gran interferencia en lo que ha venido a ser un desarrollo convencional de asignatura hasta ahora.

El ámbito de la Teoría de Máquinas y de Mecanismos permite que se realice un trabajo de construcción de modelos de los sistemas sobre los que se trabaja, en este caso mecanismos, a partir de elementos relativamente sencillos, o bien que se pueda recuperar uno de estos sistemas de máquinas en desuso o abandonadas. En otras asignaturas se puede partir de premisas similares y generar actividades que integren el trabajo de competencias transversales del modo que lo hace la aquí presentada.

Si se desea la evaluación de alguna competencia en concreto, se puede recurrir al empleo de herramientas de evaluación adicionales, como la autoevaluación o la entrevista personal, útiles a la hora de evaluar el trabajo en equipo y liderazgo, por ejemplo.

Por último, el profesorado de la asignatura pretende introducir para el curso próximo una ligera modificación en el conformado de los equipos, procurando que haya más mezcla entre estudiantes procedentes de diferentes titulaciones preuniversitarias y así conseguir equipos más heterogéneos y con miembros capaces de aportar capacidades diferentes al grupo.

## **Referencias**

- Carballeira, J., Martínez-Casas, J., Sahuquillo, O., Sonseca, A., Denia, F.D., Suñer, J.L., Vila, P., Ródenas, J.J., Marco, O. (2015). Desarrollo de estrategias de evaluación de competencias transversales en asignaturas de ingeniería mecánica y de materiales. *Congreso Nacional de Innovación Educativa y Docencia en Red de la Universitat Politècnica de València*. (ISSN 978-84-9048-396-1), Editorial UPV, 923-937.
- Carballeira, J., Martínez-Casas, J., Sahuquillo, O., Sonseca, A., Suñer, J.L., Vila, P., Denia, F.D., Ródenas, J.J., Marco, O. (2016). Chapter 5: Assessment of problem-solving skills and capacity for applying knowledge in practice in subjects related to mechanical and materials engineering. In Domenech, J., Lloret, J., Vincent-Vela, M.C., Zuriaga, E., De-La-Poza, E. (Eds.) *Advances in Higher Education*. Editorial UPV. <http://hdl.handle.net/10251/65127>.
- UPV (2014). *Proyecto Institucional sobre Competencias Transversales*. Consultado 28 de marzo de 2018, <http://www.upv.es/contenidos/COMPTRAN/>
- Villa, A., y Poblete, M. (2011). *Evaluación de competencias genéricas: principios, oportunidades y limitaciones*. Bordón. Revista de pedagogía, 63(1), 147-170.



## **Necesitamos “engineers”. Programa para el desarrollo de las competencias de una ingeniera.**

**Esperanza Alarcia<sup>a</sup>, Jesús Angel Pisano<sup>b</sup>**

<sup>a</sup>Dpto. Matemática Aplicada, Escuela de Ingenierías Industriales, Universidad de Valladolid, <sup>b</sup>Dpto. Ingeniería Eléctrica, Escuela de Ingenierías Industriales, Universidad de Valladolid

### ***Abstract***

*Mentoring is understood as a process of backing, orientation and guide from a person more experienced to another novel in some social or work environment. Mentoring is applied in different scopes, including education. However, recently, this practice was not gender-sensitive. But in recent years, the low percentage of women in technology has blown up alarms. Causes and solutions are being looked for. The diagnosis includes the lack of acquisition of some competencies by female children and teenagers. This is the reason why a gender mentoring has emerged, especially focused on women acquiring these competencies, which will encourage the interest in technology by women.*

*The data that justify this concern is presented in this paper. We introduce a project, initiated this academic year at the University of Valladolid, which is supported by the Royal Academy of Engineering, to facilitate the acquisition of competencies among the students University, with an especial projection on earlier stages of the education. It is also presented a study on the valuation of competencies that these experiences pretend to develop both, in the subject mentor and in the mentee, based on the experience of those who are participating in this project.*

**Keywords:** *competencies; women; personal development; professional development; technological vocations*

---

### ***Resumen***

*La Mentoría o Mentoring se entiende como proceso de acompañamiento, orientación, guía, de una persona más experimentada a otra novel en algún*

*Necesitamos “engineers”. Programa para el desarrollo de las competencias de una ingeniera..*

*ámbito social o laboral. La mentoría se aplica en distintos ámbitos, entre ellos, el educativo. Hasta hace muy poco, esta práctica no hacía distinción de género. Pero en los últimos años, el bajo porcentaje de mujeres en la tecnología ha hecho saltar las alarmas. Se buscan las causas y se buscan soluciones. En el diagnóstico figura la falta de adquisición de ciertas competencias entre las niñas y jóvenes. Por ello, ha surgido una mentoría de género, enfocada a que las mujeres adquieran estas competencias, que despierten en ellas el interés por la tecnología.*

*Presentamos los datos que justifican esta preocupación y exponemos un proyecto, iniciado este curso en la Universidad de Valladolid, con el apoyo de la Real Academia de Ingeniería, para facilitar la adquisición de estas competencias entre las estudiantes universitarias, con proyección a etapas más tempranas de la Educación. Se presenta también un estudio sobre la valoración de las competencias que estas experiencias buscan desarrollar tanto en el sujeto mentor como en la mentee, en base a la experiencia de quienes están participando en este proyecto.*

**Palabras clave:** *competencias; mujeres; desarrollo personal; desarrollo profesional; vocaciones tecnológicas*

## **Introducción**

En la actualidad, la mentoría se entiende como proceso de acompañamiento, orientación, guía, de una persona más experimentada a otra novel en algún ámbito social o laboral. En el mentoring se establece una relación, en la que el sujeto mentor ayuda a través de los consejos, de la experiencia y de las preguntas, fomentando la confianza en las propias capacidades para que el sujeto mentee busque las respuestas en sí mismo. Es decir, se trata de crear autoconfianza, y desarrollar en el mentee competencias que le ayuden a alcanzar metas más altas y a progresar, tanto personal como profesionalmente. Por tanto, es una práctica aplicable tanto en el mundo académico como en el laboral y profesional.

En el ámbito de las empresas, esta práctica, muy extendida en Estados Unidos, no lo era hasta hace poco en Europa. El mentor de empresa busca el desarrollo personal y profesional del mentee. Hasta hace muy poco, no se hablaba de distinción de género.

¿Realmente no existía una diferenciación de género? Lo cierto es que en los años 70, que es cuando salta a este ámbito empresarial, la empresa era un mundo en el que predominaban los hombres, y esto ha contribuido a que el mentoring se asociase más con los hombres que con las mujeres. Era más fácil encontrar la figura del mentor hombre que mentoriza a otro hombre, pero no igualmente encontrar mujeres mentorizadas, y menos aún mujeres mentoras,

ya que esto supone haber alcanzado ya un cierto nivel de prestigio y liderazgo dentro de la empresa, al que hasta hace poco las mujeres no accedían.

En el mundo científico, la situación ha sido similar. En palabras de Alicia Pérez Porro (bióloga marina, participante en un equipo de investigación en la Antártida) “A la mujer en la Ciencia le sobra entrega, pero le falta visibilidad y acceso al liderazgo,.... En general, se invita más a hombres científicos a participar como ponentes en mesas redondas y congresos, se les cita más en prensa y tienen más presencia en los libros de historia”. Esto parece indicar que “se empuja más a los hombres” en este proceso de progreso profesional.

Se observa también como el techo de cristal apenas ha disminuido en los últimos 5 años, en áreas como Ingeniería y Tecnología, manteniéndose en torno a 2. (Ministerio de Economía, 2017)

### Estudios

En los últimos cursos, la Escuela de Ingenierías Industriales de Valladolid, viene analizando los datos de mujeres en sus titulaciones, haciéndose eco de la preocupación social, que va en aumento, sobre el bajo número de vocaciones tecnológicas entre los estudiantes de nuevo ingreso.

Esta preocupación nos ha llevado a hacer análisis de los datos disponibles, detectando que no solo ha bajado el número de alumnos que ingresan en nuestras titulaciones, sino que el número de mujeres se mantiene en niveles muy bajos, con una tendencia a la baja. Ambos temas se han convertido ya en una preocupación social.

Los siguientes datos muestran esa tendencia, relativa a las mujeres, en la EII:

**Tabla 1. Tabla de porcentaje de alumnas de nuevo ingreso respecto del total de alumnos de nuevo ingreso en las titulaciones de la EII**

Plan de estudio	Grado en Ingeniería Eléctrica	Grado en Ingeniería Química	Grado en Ingeniería en Organización Industrial	Grado en Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo de Producto	Grado en Ingeniería en Electrónica Industrial y Automática	Grado en Ingeniería Mecánica	Grado en Ingenierías en Tecnologías Industriales
2013/14	15,91%	43,75%	49,06%	56,60%	11,69%	11,30%	26,32%
2014/15	17,50%	41,86%	32,20%	52,00%	13,79%	14,47%	18,75%
2015/16	6,45%	54,55%	31,37%	58,00%	13,27%	9,86%	17,54%
2016/17	3,23%	33,93%	36,54%	62,75%	10,59%	9,86%	29,27%
2017/18	27,27%	38,64%	38,78%	50,00%	18,56%	11,30%	17,46%

Fuente: Universidad de Valladolid

*Necesitamos “engineers”. Programa para el desarrollo de las competencias de una ingeniera..*

En otras titulaciones tecnológicas, como Informática y Telecomunicaciones, la situación es aún más grave, llegando a duras penas a situarse entorno al 10%. El análisis de las causas indica entre otras:

1. Falta de información sobre lo que hacen los ingenieros e ingenieras en su desempeño profesional.
2. Falta de referentes femeninos.
3. Falta de desarrollo de ciertas competencias, especialmente entre las mujeres.

La EII está actuando en estas tres direcciones. Nos vamos a centrar en las dos últimas.

La falta de referentes femeninos es también un hecho objetivo. Un reciente estudio de Ana López Navajas, de la Universidad de Valencia, “Análisis de la ausencia de mujeres en los manuales de la ESO”, revela que el porcentaje de referentes femeninos en libros de la ESO es solo del 7,5% de las figuras que aparecen.

Por otra parte, estudios realizados entre niñas y jóvenes en Estados Unidos, indican que a partir de los 8 años, las niñas empiezan a considerar que no son tan capaces como los hombres para enfrentar ciertas situaciones o tareas, en particular, tienden a evitar actuar como líderes y tienen un mayor miedo al fracaso, menos recursos para afrontarlo.

## **Metodología**

La Escuela de Ingenierías Industriales, ha promovido en la UVa la implantación del proyecto Mujer e Ingeniería. Es un programa iniciado por la Real Academia de Ingeniería de España, al que se han unido diversas instituciones, sociales, administrativas y académicas, y varias empresas, preocupadas por la escasez de mujeres en el ámbito de la ingeniería y la tecnología, en general, en las titulaciones STEM.

Las líneas de actuación del proyecto son:

- Futuras tituladas universitarias: programa de mentoring
- Estudiantes de secundaria: TechMI.(concurso en equipo) (mentorización a alumnas de secundaria, actuando como mentoras alumnas universitarias)
- Emprendimiento
- Formación en liderazgo y otras competencias

El programa de Mentoring, que es en el que nos vamos a centrar, tiene como objetivo desarrollar ciertas competencias entre las mentees, para que sean capaces de desarrollar una carrera profesional exitosa. Busca además, formar de forma indirecta a futuras mentoras que puedan ejercer esta labor en etapas educativas más tempranas. Se desarrolla durante 4 meses y en ese tiempo, Mentora y Mentee mantienen entrevistas, sin duración prefijada, en donde tratan diversos temas dirigidos a que la alumna reflexione sobre sus intereses y preferencias

en relación con su futuro profesional. Las entrevistas siguen unas pautas y se recoge un acta de seguimiento.

El programa se desarrolló por primera vez en la Universidad Politécnica de Madrid y en la Universidad Carlos III, resultando un éxito y en sucesivas ediciones ha aumentado el número de participantes, tanto alumnas como mentoras.

Este programa, acaba de ser implantado en la Universidad de Valladolid, este es el primer curso en el que se desarrolla. Se han apuntado a él 53 mentoras y 53 mentees.

La procedencia de las mentees son las titulaciones técnicas de la Universidad de Valladolid: Informática, Telecomunicaciones, Agrarias e Ingenierías Industriales.

En cuanto a las mentoras, provienen de distintos ámbitos empresariales; grandes empresas como Renault, Michelin, Everis, Grupo Norte, IBM, Philips, Accenture,....., organismos locales (Ayuntamientos, la propia Universidad), un total de 34 empresas distintas.

El programa se inicia con una formación tanto para mentoras como para mentees, en la que se explica qué es un mentor y una relación de mentoría y se realizan algunas dinámicas para entender qué se puede esperar de la relación. La formación corre a cargo de un experto en mentoring.

A partir de ahí, mentora y mentee se reunirán. Se realiza un paso del ecuador en donde se hará un seguimiento del programa. Y para finalizar, una jornada de evaluación e intercambio de experiencias, que sirve de base para introducir mejoras en el curso siguiente.

The image shows a registration form for STEM mentors. The form is titled "¿Quieres acompañar como MENTORA a alumnas de Ingeniería o titulaciones STEM?". It includes the following fields and sections:

- Objetivo como mentora \*** (Required)
- Conocimientos que aportas \*** (Required)
- Habilidades \*** (Required)
- Sectores de especialización \*** (Required)
- Áreas de interés \*** (Required)
- Twitter** (Optional)
- Perfil LinkedIn** (Optional)
- Foto (indicar URL)** (Optional)
- TITULACIÓN \*** (Required)
- EMPRESA \*** (Required)
- Teléfono de Contacto \*** (Optional)

At the bottom of the form, there is a blue button labeled "¡SÍ, QUISIERA!" and a note: "Hacia arriba con el cursor y pulsa sobre el botón de 'Enviar'".

Figura 1: Ficha inscripción mentoras

Necesitamos “engineers”. Programa para el desarrollo de las competencias de una ingeniera..

**¿Quieres ser mentorizada por profesionales de éxito de la ingeniería y la tecnología?**

FORMULARIO DE INSCRIPCIÓN PARA ALUMNAS

Complimenta este cuestionario para participar en la 1ª edición del programa de mentoring 'Mujer e Ingeniería' dirigido a alumnas de Máster o último curso de Grado en Ingeniería, o titulaciones STEM (Science, Technology, Engineering y Mathematics). Plazas inscrites del 15 hasta el 30 de Noviembre.

No pierdes la oportunidad! ¡Contamos contigo! ¡Gracias por participar!

**Nombre \***

Tu respuesta

**Apellidos \***

Tu respuesta

**DNI \***

Tu respuesta

**Titulación que estudias \***

Tu respuesta

**Curso \***

Tu respuesta

**Centro en el que estudias \***

- Escuela de Ingenierías Industriales
- Escuela de Ingeniería informática
- Escuela de Ingeniería Informática de Segovia
- Escuela Técnica Superior de Ingenierías Agrarias de Palencia
- Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Telecomunicación
- Facultad de Ciencias

**Correo Electrónico \***

Tu respuesta

**Teléfono de contacto \***

Tu respuesta

**Universidad \***

Tu respuesta

**PRIMAR**

Figura 2: Ficha inscripción mentees

Uno de los procesos importantes es el emparejamiento entre mentora y mentee. Para decidir este emparejamiento, es importante la similitud en la titulación de ambas, pero también otro tipo de cuestiones pueden ser relevantes, como los intereses profesionales de la mentee. Ambas rellenan una ficha de inscripción en la que se recoge este tipo de información. La ficha para las mentoras se muestra en la Figura 1 y para la ficha para las mentees se muestra en la Figura 2.

El desarrollo de las reuniones, las pautas de trabajo, los temas concretos a tratar, las características más técnicas de este programa, cuentan con la ayuda de un experto en mentoring, Julio Rodríguez, de la Red de Mentoring en España.

Por nuestra parte, nos ha parecido interesante aprovechar la reflexión que mentoras y mentees están haciendo sobre competencias y desarrollo profesional, y dado que ya llevamos más de un mes de experiencia, hemos planteado una encuesta para recoger las percepciones iniciales de mentoras y mentees, respecto de dichas competencias, fundamentales para su posterior desarrollo profesional.

Centrándonos en que se pretende empoderar a las mujeres y propiciar que accedan a puestos de relevancia hemos preguntado sobre las siguientes competencias, que trabajadas sobre las mentees, creemos que propiciarán también su consecución en las mentoras. Se ha añadido además, una pregunta abierta para que pudieran incluir otras competencias no contempladas.

Conocerse a sí mismo: capacidades y defectos.

Liderazgo

Saber comunicar

Ser creativos

Saber adaptarse al cambio

Saber escuchar

Saber reconocer el impacto de nuestras actuaciones.

Hacer una gestión eficiente del éxito, fijándose metas a corto plazo.

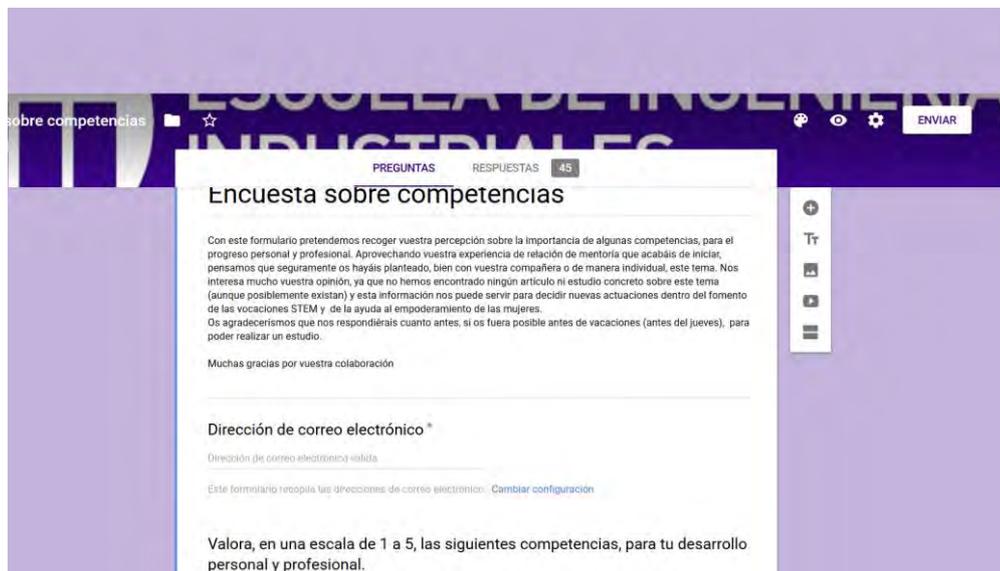
Saber renunciar a la zona de confort, para arriesgarse.

Compromiso

Saber gestionar el estrés.

Orientación al logro.

La encuesta se ha enviado por mail a mentoras y mentees. Se pedía que valoraran las competencias en la escala del 1 al 5. Se han recibido 64 respuestas,



The image shows a screenshot of a survey form titled "Encuesta sobre competencias" (Survey on competencies). The form is displayed on a purple background with a header that reads "ESCOLETA DE INGENIERIA INDUSTRIALES". The survey text explains the purpose: to collect perceptions on the importance of various competencies for personal and professional progress. It asks respondents to rate these competencies on a scale of 1 to 5. The form includes a "Dirección de correo electrónico\*" field and a "Cambiar configuración" link. The survey is currently showing 45 responses.

Figura 3: Encuesta de valoración de competencias

## Resultados

Se han recibido 64 respuestas del total de 82 encuestados, aunque la encuesta sigue abierta. De las respuestas recibidas, 34 corresponden a alumnas y 30 a mentoras.

El siguiente gráfico de Pareto, analiza las valoraciones medias de las competencias. Se observa que todas ellas alcanzan altas valoraciones, destacando la comunicación proactiva (Comunicar y escuchar) el compromiso y la capacidad de adaptación a los cambios. Sin embargo, el liderazgo, que desde nuestro punto de vista era una de las más importantes, adquiere una valoración relativamente más baja. Es un hecho a analizar.

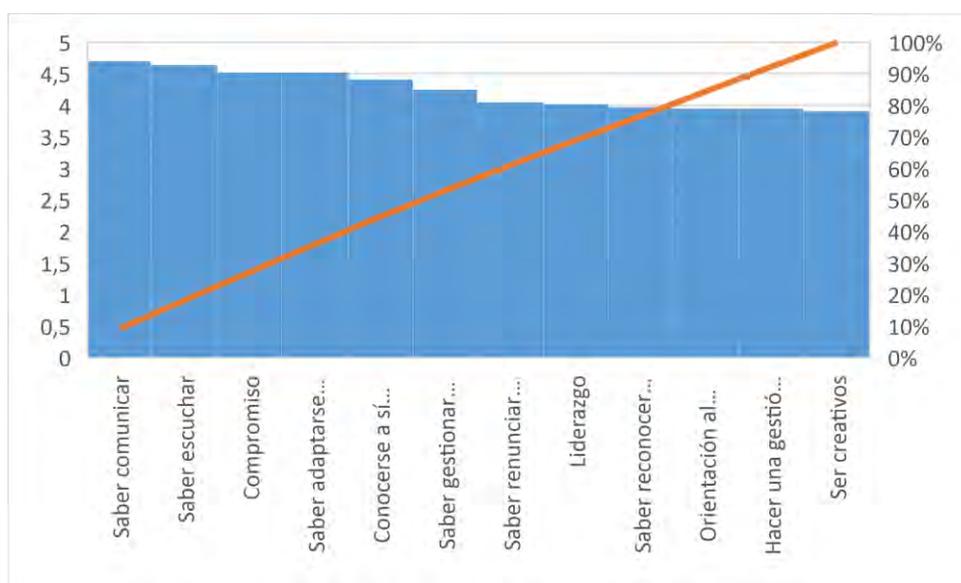


Figura 4: Gráfico de Pareto de valoraciones medias de competencias

Además, en la pregunta abierta sobre otras competencias valoradas, destacan: gestión del tiempo, trabajo en equipo, resiliencia, humildad, asertividad, ser capaz de tomar decisiones.

Una segunda parte de este estudio, es contrastar la percepción de mentoras y mentees, y determinar si existen diferencias, motivadas por la experiencia profesional. En el siguiente gráfico puede verse la comparación de ambas percepciones (promedios de la valoración en cada grupo).

Puede verse que las valoraciones son muy similares, destacando únicamente una cierta diferencia en la valoración de la creatividad, a la que dan más importancia las estudiantes que las

Mentoras, es un tema a comentar con unas y otras, para conocer las razones, aunque ya habíamos observado que globalmente es la competencia de todas ellas, a la que se da menos importancia.

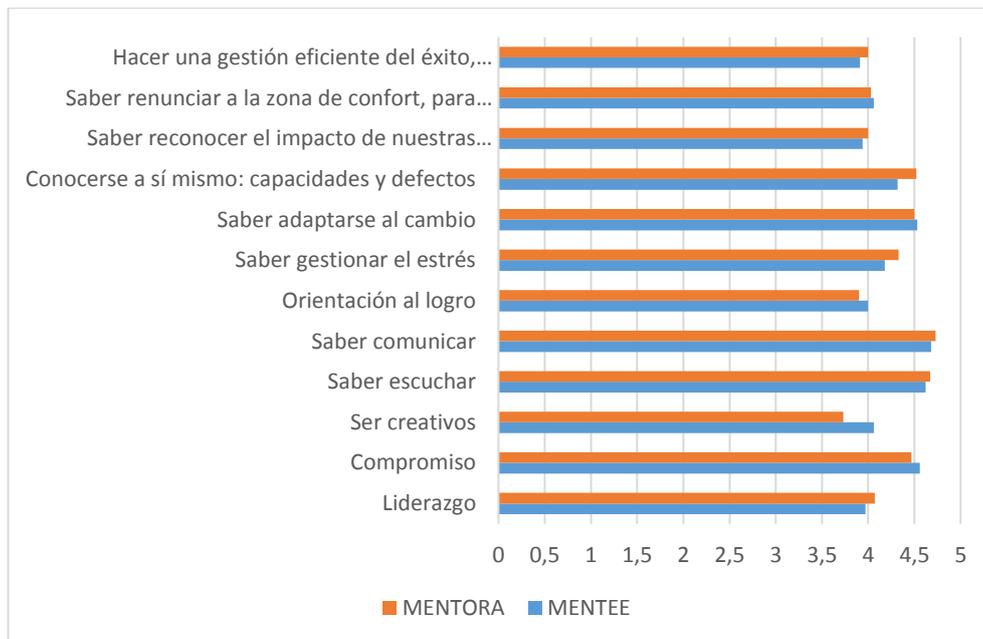


Figura 5: Comparación de valoraciones medias de competencias

En un grado menos, pero también con diferencia entre los grupos, se observa que las Mentoras dan más valor que las alumnas a saber gestionar el estrés y a conocerse a sí mismo.

El programa en la UVa se cierra el 13 de junio, allí recogeremos las impresiones y experiencias de mentoras y mentees. Por ello, en este momento, no disponemos de indicadores respecto de la validez del programa, en la UVa, aunque en la UPM y en la Carlos III de Madrid, es el tercer año y parece que con excelentes resultados de satisfacción. Habrá que esperar a los resultados objetivos de mejora de la progresión profesional de las participantes, para lo cuál serán necesarios unos años.

### Conclusiones

Usando una frase conocida «Houston, tenemos un problema», y no podemos como universidad, eludirle. La falta de interés por la tecnología, en general, tiene que ser abordado desde una mejor comunicación por parte de nuestras Escuelas, Universidades y de las instituciones y empresas.

*Necesitamos “engineers”. Programa para el desarrollo de las competencias de una ingeniera..*

La falta de vocaciones STEM entre las mujeres, es un problema añadido. Debemos de afrontar programas y metodologías que fomenten el desarrollo de competencias que favorezcan este interés y capaciten a las generaciones futuras para afrontar con éxito estudios tecnológicos.

No solo estos programas, la enseñanza reglada debe preocuparse también por fomentar estas competencias.

Haber logrado en un primer año de implantación de este programa 53 parejas mentora-mentee, nos parece un primer paso importante, aunque en terminos relativos (el total de alumnas de titulaciones STEM a las que iba dirigido el programa en la Uva es de 628) parezca escaso.

## **Referencias**

Alarcía Estévez, E., Pisano Alonos, J :A, (2018) ¿Por qué para ellas?. Actas Congreso CoMUE, Valladolid

Cuello Martínez, L.; Alarcía Estévez, E., Pisano Alonso, J.A. Impacto competencial de la formación transversal en los mentores. Actas Congreso CoMUE, Valladolid

López Navajas, A. Revista de Educación,363.Enero-Abril 2014,pp.282-308

Ministerio de Economía, Industria y Competitividad (2017) Informe Científicas en Cifras 2015..

Paloma Real, La mujer, pieza clave en el desarrollo económico, [https://retina.elpais.com/retina/2018/03/08/tendencias/1520486060\\_191064.html](https://retina.elpais.com/retina/2018/03/08/tendencias/1520486060_191064.html)

Villaroya Gaudó, María, Baldassarri, Sandra y Molina Gaudó, Pilar, (2014) “El mundo necesita ingenieras: ¿quieres ser una?” Editorial: PRENSAS UNIVERSITARIAS DE ZARAGOZA.



## Estudio de la Implantación de Competencias dentro del Marco Europeo: Revisión Prospectiva en las Enseñanzas Técnicas de la Universidad de Oviedo

José A. Sánchez<sup>a</sup> y Lorena-de Arriba-Rodríguez<sup>b</sup>

<sup>a</sup> Departamento de Informática, Universidad de Oviedo, sanchezjose@uniovi.es, <sup>b</sup> Departamento de Prospección y Explotación de Minas, Universidad de Oviedo, lorena.dearriba@api.uniovi.es

---

### **Abstract**

*Since 2016, the European e-Competence Framework (e-CF) has focused its efforts on developing a common environment for the development of multiple competences associated with the field of Information and Communication Technologies (ICT). Its implantation, present in some cases and future in others, is a fact that has not yet been verified by following the e-CF project. Is for this reason that this paper proposes a prospective revision of the real implantation of this kind of competences within the university areas, specifically in technical education. As a result, a global vision of the current state of the curriculum of the Polytechnic School of Engineering of Gijón at the University of Oviedo, focused on the development of the student's competences is obtained and a valuation is performed about the possible integration of the competences established by the e-CF.*

**Keywords:** *European e-Competence Framework (e-CF), Competence Based Assessment, Competences in Technical Education, Implantation of e-Competences*

---

### **Resumen**

*Desde 2016, el Marco Europeo de e-Competencias (e-CF) ha centrado sus esfuerzos en desarrollar un entorno común para el desarrollo de múltiples competencias asociadas al campo de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC). Su implantación, presente en algunos casos y futura en otros, es un hecho que todavía no está contrastado siguiendo el esquema que desde el e-CF se plantea. Es por ello, que este artículo plantea una revi-*

*sión prospectiva de la implantación real de este tipo de competencias dentro de los ámbitos universitarios, concretamente en las enseñanzas técnicas. Como resultado, se obtiene una visión global del estado actual de los planes de estudios de la Escuela Politécnica de Ingeniería de Gijón de la Universidad de Oviedo, enfocados al desarrollo de competencias del estudiante y se realiza una valoración de la posible integración de las competencias establecidas por el e-CF.*

**Palabras clave:** *Marco Europeo de Competencias (e-CF), Evaluación Basada en Competencias, Competencias en las Enseñanzas Técnicas, Implantación de e-Competencias.*

## **Introducción**

Siguiendo la definición propuesta por el Marco Europeo de Cualificaciones o en inglés, European Qualification Framework (EQF). Una competencia se define como la capacidad comprobada de utilizar el conocimiento, habilidades; tanto personales como sociales y/o metodológicas en situaciones de trabajo o estudio y el desarrollo profesional y personal. (“Official Journal of the European Union”, 2008).

La implantación de competencias en las instituciones educativas públicas y privadas se ha llevado a cabo desde hace tiempo de forma internacionalizada (García, 2008). Muchos centros, se plantean qué competencias son las más adecuadas para que el perfil de sus egresados sea lo más acorde a las necesidades del mundo laboral y a raíz de ello, definen unos planes de estudios que contemplan competencias de varios tipos, como son competencias específicas, generales y transversales. Llegados a este punto, existe la necesidad de la creación de planes de estudio adecuados estableciendo competencias que se alineen con el resto de miembros del entorno productivo.

A raíz de todo ello, este artículo realiza una revisión profunda de las competencias tanto específicas como generales y transversales que se encuentran en las enseñanzas técnicas que se imparten en el marco de la Escuela Politécnica de Ingeniería de Gijón (EPI-Gijón) de la Universidad de Oviedo, haciendo un análisis prospectivo de la vinculación o relación que este tipo de competencias tienen con las propuestas por el Marco Europeo de e-Competencias (e-CF). En este caso se analizan los principales grados que se imparten, haciendo alusión a las asignaturas comunes a todos ellos, normalmente ubicadas en el primer curso de la titulación.

El artículo se estructura como sigue: Inicialmente, hemos llevado a cabo una breve introducción sobre la inclusión de las competencias en el mundo educativo, continuando con la presentación de los trabajos relacionados en el área. La siguiente sección, presenta de forma

breve y esquemática el Marco Europeo de e-Competencias, que define un entorno común para la descripción de competencias relacionadas con el mundo de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones. A continuación, se presenta el caso de estudio aplicado que muestra la implantación real de competencias en algunas de las enseñanzas técnicas de la Universidad de Oviedo y realiza una valoración subjetiva de la relación existente con las competencias establecidas por el e-CF. Por último, se presentan las principales conclusiones obtenidas y trabajos futuros en este campo.

### **Trabajos Relacionados**

La implantación de la enseñanza y evaluación basada en competencias (Wolf, 1995) es un hecho que, desde hace tiempo, se viene persiguiendo tanto en instituciones educativas como en centros de trabajo. En la actualidad, el concepto de enseñanza y evaluación en el campo de la educación está cambiando basando sus esfuerzos en la educación centrada en los estudiantes y no en los profesores (Reynolds & Miller, 2012) como se hacía anteriormente y dando lugar a un cambio de currículum que pasa de los contenidos a las competencias (Wesselink et al., 2010).

Cuando hablamos de educación superior, encontramos muchos estudios relacionados con la definición de competencias y el diseño de la evaluación de estudiantes que enfocan sus esfuerzos en definir lo que son y cómo se pueden evaluar (Tobón, 2006). Otras investigaciones llegan a plantear directamente, un modelo educativo completo basado competencias (Cerón, 2013).

Dentro del Espacio Europeo de Educación Superior (EEES), también encontramos la definición de competencias, hallando diferentes estudios que realizan diseños de la enseñanza y evaluación de este tipo de ítems. Por ejemplo, el estudio desarrollado por García A.M.D, (García et al., 2005) que nos permite conocer la evaluación continua y final en el EEES basándola en las competencias que deben adquirir los estudiantes o el libro desarrollado por De Miguel, M. (De Miguel, 2005), que nos presenta las diferentes modalidades de enseñanzas centradas en el desarrollo de competencias y propone unas orientaciones para que se produzca un cambio metodológico en el EEES. A parte de estas divulgaciones orientadas al proceso de enseñanza y evaluación, existen otros estudios que se centran en competencias de tipo profesional y enfocadas a la empleabilidad definiendo dentro del EEES un sistema de educación basado en competencias (Manjón & López, 2008).

Ante la creciente demanda de nuevas competencias derivadas del rápido cambio que se produce en el mundo empresarial, y más concretamente, en los aspectos científico-tecnológicos junto con la creciente globalización que el mundo está experimentando, la Unión Europea no tardó en darse cuenta de que había que definir un marco común para definir las competencias dentro del entorno de las Tecnologías de la Información y las Co-

municaciones (TIC): el Marco Europeo de e-Competencias, o en inglés, European e-Competence Framework (e-CF). En este entorno, algunos estudios, como el desarrollado por De Arriba, L. (De Arriba et al., 2017) o el realizado por Sánchez J.A. (Sánchez et. al, 2017) hacen uso del e-CF para realizar diferentes propuestas metodológicas basadas en las e-competencias para su inclusión en los sistemas de enseñanza y evaluación que actualmente están implantados en los centros.

Como podemos ver, la enseñanza y evaluación basada en competencias está muy presente en la actualidad tanto académica como empresarial dentro del ámbito nacional y europeo. Por ese motivo, este artículo se centra en el estudio de las competencias actuales enmarcadas en las enseñanzas técnicas, con el objetivo de esclarecer la implantación real de las competencias definidas a nivel europeo (en el e-CF) para comprobar el grado de globalización de las competencias actuales implantadas en las titulaciones de Grado existentes en la EPI-Gijón de la Universidad de Oviedo.

### **Marco Europeo de e-Competencias**

Ante la aparición de perfiles especializados, el uso de competencias para realizar el seguimiento y evaluación de personas es fundamental en el mundo en el que nos movemos. Los cambios producidos en la sociedad son cada vez más rápidos y se necesitan mecanismos que nos permitan adaptar nuestras necesidades a ellos. Debido a ello, la Unión Europea (UE), detectó la necesidad de incluir las competencias dentro de las enseñanzas técnicas, formalizando el Marco Europeo de e-Competencias (e-CF) a través de la aportación de diferentes representantes de asociaciones profesionales, educativas e incluso personas individuales, que aportaron diferentes roles, perspectivas de mercado, experiencia técnica, conciencia política y retroalimentación colectiva en su definición (CEN, 2014).

Uno de los principales objetivos que persigue la definición de e-CF es el de utilizar un lenguaje común, a nivel europeo, para referirnos a las competencias, habilidades o niveles de capacidad que una persona en proceso de aprendizaje debe adquirir.

Incluidas en el marco de las enseñanzas técnicas, el e-CF estructura su esquema en 4 grandes dimensiones que equivalen a los distintos niveles de negocio y requerimientos de planificación de recursos humanos, así como pautas de competencia laboral. Estas dimensiones dan soporte al conjunto de las 40 competencias aplicadas a las TICs y se definen como sigue:

- Dimensión 1: Procesos que derivan del negocio de las TIC. Planificar-Construir-Ejecutar-Habilitar-Gestionar, o en inglés; Plan-Build-Run-Enable-Manage.
- Dimensión 2 : Descripción de cada una de las 40 competencias que se definen

- Dimensión 3: Niveles de competencia de cada e-Competencia, incluyendo desde e-1 hasta e-5. Estos grados se relacionan directamente con los niveles EQF (European Qualifications Framework) desde el 3 hasta el 8. El detalle de la relación lo podemos observar en la Tabla 1.

**Tabla 1. Niveles 3 – 8 del Marco Europeo de Cualificaciones para el Aprendizaje Permanente (EQF)**

Nivel	Conocimiento
3	Conocimiento de hechos, principios, procesos y conceptos generales en un campo de trabajo o estudio concreto
4	Conocimientos fácticos y teóricos en contextos amplios en un campo de trabajo o estudio concreto
5	Amplios conocimientos especializados, fácticos y teóricos, en un campo de trabajo o estudio concreto, siendo consciente de los límites de esos conocimientos
6	Conocimientos avanzados en un campo de trabajo o estudio que requiera una comprensión crítica de teorías y principios
7	Conocimientos altamente especializados, algunos de ellos a la vanguardia en un campo de trabajo o estudio concreto, que sienten las bases de un pensamiento o investigación originales Conciencia crítica de cuestiones de conocimientos en un campo concreto y en el punto de articulación entre diversos campos
8	Conocimientos en la frontera más avanzada de un campo de trabajo o estudio concreto y en el punto de articulación entre diversos campos

Fuente: Marco Europeo de Cualificaciones<sup>1</sup>

- Dimensión 4: Ejemplos de habilidades y conocimientos en función de las competencias desarrolladas en la Dimensión 2. Esta dimensión sirve para contextualizar y explicar las competencias en los entornos productivos reales.

Con el objetivo de no realizar un monográfico sobre el e-CF, y para conocer más información relacionada con el Marco Europeo de e-Competencias, así como la descripción y formación de competencias, se puede consultar su página web<sup>2</sup> en la que detallan de forma extendida la composición de las mismas y su relación directa con los niveles de cualificación explicados anteriormente.

### **Caso de Estudio: Enseñanzas Técnicas en la Universidad de Oviedo**

En esta sección se presenta un caso de estudio aplicado en el que se realiza un análisis exhaustivo de las competencias existentes en las guías docentes de las asignaturas comunes a todas las titulaciones implantadas en la Escuela Politécnica de Ingeniería de Gijón, pertene-

<sup>1</sup> [https://ec.europa.eu/ploteus/sites/eac-eqf/files/broch\\_es.pdf](https://ec.europa.eu/ploteus/sites/eac-eqf/files/broch_es.pdf)

<sup>2</sup> <http://wp1087322.server-he.de/>

ciente a la Universidad de Oviedo. Aunque estas asignaturas son comunes, la Universidad de Oviedo ha aprobado recientemente que las guías docentes puedan ser independientes para valorecer y facilitar la coordinación vertical de contenidos.

Normalmente, las asignaturas comunes a estas titulaciones se encuentran ubicadas en el primer curso de los Grados que a continuación se relacionan:

- Grado en Ingeniería en Tecnologías y Servicios de Telecomunicación
- Grado en Ingeniería en Tecnologías Industriales
- Grado en Ingeniería Informática en Tecnologías de la Información
- Grado en Ingeniería Eléctrica
- Grado en Ingeniería Electrónica Industrial y Automática
- Grado en Ingeniería Mecánica
- Grado en Ingeniería Química Industrial

Estas asignaturas, son declaradas en la EPI-Gijón de la Universidad de Oviedo como asignaturas de tipo “Formación Básica”. En la Figura 1, podemos observar un extracto de la web de la Escuela Politécnica de Ingeniería donde aparecen algunas de estas asignaturas dentro del Grado de Ingeniería Informática en Tecnologías de la Información.

**Figura 1. Extracto web EPI-Gijón con la guía docente del Grado en Ingeniería Informática en Tecnologías de la Información.**

Escuela Politécnica de Ingeniería de Gijón  
Universidad de Oviedo

En la EPI se imparten estudios de las ramas: Industrial, Telecomunicación e Informática. La escuela se integra en el Campus de Gijón, uno de los más activos en transferencia de tecnología, relaciones con la empresa y relaciones internacionales. Forma parte de la Milla del Conocimiento del Parque Científico y Tecnológico de Gijón, con el que colabora.

Nuestra Escuela | Información Docente | Estudiantes | Ingeniería + Empresa | Zona Multimedia

Informática | Industrial | Telecomunicación

Está aquí: Inicio > Ver Todos los Grados > Grado ingeniería informática en tecnologías de la información > Fecha: 31.3.2018 Hora: 16:55:07

Búsqueda: Grado en Ingeniería Informática en Tecnologías de la Información - Guías Docentes

Enlaces Frecuentes: Agenda, Calidad, Punto de información, Calendario Académico, Campus Virtual, Encuesta en Red, Delegación EPI

Asignatura	Tipo	Curso	Guía Docente
Álgebra Lineal	Formación Básica	1	Ver
Autómatas y Matemáticas Discretas	Formación Básica	1	Ver
Cálculo	Formación Básica	1	Ver
Empresa	Formación Básica	1	Ver
Estadística	Formación Básica	1	Ver
Fundamentos de Computadores y Redes	Formación Básica	1	Ver
Fundamentos de Informática	Formación Básica	1	Ver
Introducción a la Programación	Formación Básica	1	Ver
Metodología de la Programación	Formación Básica	1	Ver
Ondas y Electromagnetismo	Formación Básica	1	Ver
Algoritmia	Obligatoria	2	Ver
Arquitectura de Computadores	Obligatoria	2	Ver

En la Tabla 2, se relacionan todas las asignaturas comunes de Formación Básica para todas las titulaciones que las incluyen en su plan de estudios. También se muestra una breve contextualización de la materia, localizada también en la guía docente de cada una de las asignaturas.

**Tabla 2. Asignaturas comunes a las titulaciones implantadas en la EPI-Gijón**

Asignatura	Contextualización
<b>Álgebra Lineal</b>	Forma parte de la materia de Matemáticas incluida en todos los grados de ingeniería de la rama industrial e ingeniería de tecnología. Por su naturaleza básica, sus conocimientos son imprescindibles para el desarrollo del resto de módulos localizados en cada una de las titulaciones mencionadas
<b>Cálculo</b>	Incluida en la materia de Fundamentos Matemáticos, forma parte de todos los grados de ingeniería de la Universidad de Oviedo. Se pretende que el alumno desarrolle su capacidad para la resolución de problemas matemáticos enfocados a ingeniería, siendo capaz de transferir y aplicar los conocimientos adquiridos para enfrentarse con éxito a diferentes situaciones
<b>Empresa</b>	Asignatura incluida en el módulo de “Profesión TI” siendo materia básica para todos los alumnos de ingeniería. Los contenidos están directamente enlazados con los estudiados en otras materias. El objetivo es dotar al estudiante de ingeniería de los conocimientos esenciales para la dirección y administración de una empresa dotándolo de conocimientos relativos a economía y empresa y al funcionamiento de los mercados industriales.
<b>Estadística</b>	Enmarcada en el módulo de Fundamentos de Ingeniería y Matemáticas, siendo común para todos los grados de ingeniería. El objetivo es dotar al alumno de herramientas, habilidades y competencias para realizar operaciones y cálculos estadísticos.
<b>Fundamentos de Informática</b>	Pertenece a la materia “Programación”. Recoge parte de las competencias de conocimientos básicos que ha de desarrollar un alumno en relación a la ingeniería. Concretamente se expone una base sobre el uso y programación de ordenadores, sistemas operativos, bases de datos y programas informáticos con aplicación al mundo ingenieril.
<b>Ondas y Electromagnetismo</b>	Esta asignatura pertenece a la materia de Fundamentos Físicos dentro del módulo de Fundamentos de Ingeniería, y pretende dar al alumnado una visión general sobre ondas y electromagnetismo dentro del mundo de la ingeniería

Para conseguir abarcar los campos que plantea la contextualización efectuada de cada asignatura y que han sido presentadas en la Tabla 2, los planes de estudios deben incluir competencias que contemplen los suficientes aspectos para poder cumplir con el objetivo planteado. Con este propósito, y a modo de ejemplo, la Tabla 3 muestra las competencias localizadas atendiendo a estas asignaturas en el Grado en Ingeniería Ingeniería en Tecnologías Industriales, aplicables al resto de titulaciones de la EPI-Gijón y que no han sido incluidas en la Tabla 3 por razones de espacio. La información referente a todas las asignaturas se encuentra disponible en la página web<sup>3</sup> de la Escuela y está accesible por si alguien

<sup>3</sup> <http://www.epigijon.uniovi.es/>

interesado quiere comprobar la definición de competencias en cada una de las titulaciones mencionadas con anterioridad.

**Tabla 3. Competencias en la guía docente del Grado en Ingeniería en Tecnologías Industriales**

<b>Grado en Ingeniería en Tecnologías Industriales</b>		
<b>Álgebra Lineal</b>	Específicas	CEAL1: Capacidad de Resolución de problemas matemáticos
	Generales	CGAL1: Conocimiento en materias básicas y tecnológicas, que les capacite para el aprendizaje de nuevos métodos y teorías, y les dote de versatilidad para adaptarse a nuevas situaciones
		CGAL2: Capacidad de resolver problemas con iniciativa, toma de decisiones, creatividad y razonamiento crítico
		CGAL3: Capacidad de comunicar y transmitir conocimientos, habilidades y destrezas en el campo de la Ingeniería Industrial, tanto en forma oral como escrita, y a todo tipo de públicos
		CGAL4: Honradez, responsabilidad, compromiso ético y espíritu solidario
		CGAL5: Capacidad de trabajar en equipo
<b>Cálculo</b>	Específicas	CEC1: Capacidad de Resolución de problemas matemáticos
	Generales	CGC1: Conocimiento de materias básicas y tecnologías, que le capacite para el aprendizaje de nuevos métodos y tecnologías, así como que le dote de una gran versatilidad para adaptarse a nuevas situaciones
		CGC2: Capacidad de resolver problemas con iniciativa, toma de decisiones, creatividad, y de comunicar y transmitir conocimientos, habilidades y destrezas, comprendiendo la responsabilidad ética y profesional de la actividad del Ingeniero Técnico de Telecomunicación
		CGC3: Conocimientos para la realización de mediciones, cálculos, valoraciones, tasaciones, peritaciones, estudios, informes, planificación de tareas y otros trabajos análogos en su ámbito específico de la telecomunicación
		CGC4: Honradez, responsabilidad, compromiso ético y espíritu solidario
		CGC5: Capacidad de trabajar en equipo
<b>Empresa</b>	Específicas	CEE1: Conocimiento adecuado del concepto de empresa, marco institucional y jurídico de la empresa. Organización y gestión de empresas
	Generales	CGE1: Conocimiento en materias básicas y tecnológicas, que les capacite para el aprendizaje de nuevos métodos y teorías, y les dote de versatilidad para adaptarse a nuevas situaciones
		CGE2: Capacidad de resolver problemas con iniciativa, toma de decisiones, creatividad y razonamiento crítico
		CGE3: Capacidad de comunicar y transmitir conocimientos, habilidades y destrezas en el campo de la ingeniería, tanto en forma oral como escrita, y a todo tipo de públicos
		CGE4: Conocimientos para la realización de mediciones, cálculos, valoraciones, tasaciones, peritaciones, estudios, informes, planes de labores y otros trabajos análogos
		CGE5: Capacidad de organización y planificación en el ámbito de

		la empresa, y otras instituciones y organizaciones
		CGE6: Honradez, responsabilidad, compromiso ético y espíritu solidario
		CGE7: Capacidad de trabajar en equipo
<b>Estadística</b>	Específicas	CEEs1: Capacidad para la resolución de los problemas estadísticos que puedan plantearse en la ingeniería. Aptitud para aplicar los conocimientos sobre estadística
	Generales	CGEs1: Conocimiento en materias básicas y tecnológicas, que les capacite para el aprendizaje de nuevos métodos y teorías, y les dote de versatilidad para adaptarse a nuevas situaciones
		CGEs2: Capacidad de resolver problemas con iniciativa, toma de decisiones, creatividad y razonamiento crítico
		CGEs3: Capacidad de comunicar y transmitir conocimientos, habilidades y destrezas en el campo de la Ingeniería, tanto en forma oral como escrita, y a todo tipo de públicos
		CGEs4: Capacidad para aplicar los principios y métodos de la calidad
		CGEs5: Honradez, responsabilidad, compromiso ético y espíritu solidario
		CGEs6: Capacidad para trabajar en equipo
<b>Fundamentos de Informática</b>	Específicas	CEFI1: Conocimientos básicos sobre el uso y programación de los ordenadores, sistemas operativos, bases de datos y programas informáticos con aplicación en ingeniería
		CEFI2: Comprensión y dominio de los conceptos básicos sobre las leyes generales de las ondas y el electromagnetismo y su aplicación para la resolución de problemas propios de la ingeniería
	Generales	CGFI1: Conocimiento de materias básicas y tecnológicas, que capaciten al alumno para el aprendizaje de nuevos métodos y tecnologías, así como que le doten de una gran versatilidad para adaptarse a nuevas situaciones
		CGFI2: Capacidad de resolver problemas con iniciativa, toma de decisiones, creatividad, y de comunicar y transmitir conocimientos, habilidades y destrezas, comprendiendo la responsabilidad ética y profesional de su actividad
		CGFI3: Capacidad de trabajo en equipo
<b>Ondas y Electromagnetismo</b>	Específicas	CEOE1: Comprensión y dominio de los conceptos básicos sobre las leyes generales de las ondas y el electromagnetismo y su aplicación para la resolución de problemas propios de la ingeniería
	Generales	CGOE1: Conocimiento de materias básicas y tecnológicas, que capaciten al alumno para el aprendizaje de nuevos métodos y tecnologías, así como que le doten de una gran versatilidad para adaptarse a nuevas situaciones
		CGOE2: Capacidad de resolver problemas con iniciativa, toma de decisiones, creatividad, y de comunicar y transmitir conocimientos, habilidades y destrezas, comprendiendo la responsabilidad ética y profesional de su actividad
		CGOE3: Conocimientos para la realización de mediciones, cálculos, estudios, informes y planificación de tareas
		CGOE4: Honradez, responsabilidad, compromiso ético y espíritu solidario
		CGOE5: Capacidad de trabajo en equipo

Como vemos en la Tabla 3, muchas de las competencias generales y transversales que se proponen en estas asignaturas comunes a todos los grados son iguales entre ellas, fomentando que el alumnado sea capaz de conseguirlas de forma transversal a lo largo de su etapa estudiantil. No obstante, es interesante destacar que en algunas titulaciones se incluye alguna competencia adicional relacionada con las características del propio Grado.

Una vez desarrollado el estudio de competencias que encontramos en las guías docentes de los grados implantados en la EPI-Gijón, y que hacen alusión a enseñanzas técnicas, hablaremos de su posible vinculación con el e-CF y las e-Competencias definidas en él. En primer lugar, la Figura 2 muestra un extracto de estas competencias que serán relacionadas con las presentes en la Tabla 3.

**Figura 2. Extracto de la tabla del e-CF donde se definen las e-Competencias establecidas**

Dimension 1 5 e-Competence areas (A-E)	Dimension 2 40 e-Competences identified	Dimension 3 e-Competence proficiency levels identified for each competence (related to EQF levels 3-8)				
		e-1	e-2	e-3	e-4	e-5
- A. PLAN	▶ A.1. IS and Business Strategy Alignment					
	▶ A.2. Service Level Management					
	▶ A.3. Business Plan Development					
	▶ A.4. Product/ Service Planning					
	▶ A.5. Architecture Design					
	▶ A.6. Application Design					
	▶ A.7. Technology Trend Monitoring					
	▶ A.8. Sustainable Development					
	▶ A.9. Innovating					
- B. BUILD	▶ B.1. Application Development					
	▶ B.2. Component Integration					
	▶ B.3. Testing					
	▶ B.4. Solution Deployment					
	▶ B.5. Documentation Production					
	▶ B.6. Systems Engineering					
- C. RUN	▶ C.1. User Support					

Realizando un análisis de las 40 competencias definidas en el e-CF, podemos observar que, pese a que existe cierta relación entre algunas de las competencias implantadas en los planes de estudio actuales, como la localizada entre algunas Competencias Específicas (CE) enfocadas a la solución de problemas inherentes al ámbito tecnológico y la B.4 enfocada a la implementación de planes y soluciones a problemas, éstas e-Competencias no han sido desarrolladas de forma amplia en nuestro tejido educativo.

Atendemos también al carácter especial que presenta la organización de las mismas dentro de los planes de estudio que no llegan a definir el área de competencia a diferencia de lo que sí se define desde el e-CF. En comparación con la Figura 2, la Figura 3 muestra cómo están detalladas las competencias dentro de una guía docente y cómo la falta de criterios

que permitan saber a qué área pertenecen, no nos permite conocer plenamente cómo afectará esa competencia al estudiante.

**Figura 3. Definición de Competencias en la web de la EPI-Gijón para la asignatura de Álgebra Lineal**

**COMPETENCIAS Y RESULTADOS DE APRENDIZAJE:**

**Competencias específicas:**

Capacidad para la resolución de los problemas matemáticos que puedan plantearse en la ingeniería. Aptitud para aplicar los conocimientos sobre: álgebra lineal (competencia CB1 en todos los grados).

**Competencias generales y transversales:**

CG3: Conocimiento en materias básicas y tecnológicas, que les capacite para el aprendizaje de nuevos métodos y teorías, y les dote de versatilidad para adaptarse a nuevas situaciones.

CG4: Capacidad de resolver problemas con iniciativa, toma de decisiones, creatividad y razonamiento crítico.

CG5: Capacidad de comunicar y transmitir conocimientos, habilidades y destrezas en el campo de la Ingeniería Industrial, tanto en forma oral como escrita, y a todo tipo de públicos.

CG14: Honestidad, responsabilidad, compromiso ético y espíritu solidario.

CG15: Capacidad de trabajar en equipo.

Como observamos, a pesar de que existan similitudes entre las competencias definidas en los planes de estudio actuales y las establecidas por el e-CF, todavía queda un amplio camino que recorrer para una implantación global de competencias que permitan a los estudiantes conseguir un perfil más globalizado en el marco de las enseñanzas técnicas.

## Conclusiones

Este artículo muestra la implantación real de competencias en las asignaturas comunes a un conjunto de titulaciones que se imparten en la Escuela Politécnica de Ingeniería de Gijón (EPI-Gijón) de la Universidad de Oviedo. Una vez estudiada esta implantación, se ha realizado una revisión subjetiva que relaciona las competencias encontradas en los planes de estudios actuales con las competencias desarrolladas por el Marco Europeo de e-Competencias (e-CF).

Como conclusión principal, se obtiene que, pese a que existe cierta relación entre las competencias implantadas en la actualidad y las competencias definidas por el e-CF, la inclusión de estas últimas en los planes de estudio actuales todavía no se ha efectuado realmente. En este punto, y como tareas de futuro, se debería apostar por la unificación de criterios a la hora de implantar competencias comunes a todas las titulaciones a nivel, no solo nacional, sino también europeo, para formar a profesionales capaces de desarrollar su labor en cualquier punto de la geografía europea. Evidentemente, habrá que atender a competencias concretas que respeten el tejido empresarial de la ubicación donde se impartan las titulaciones que las contengan, pero siempre atendiendo a un concepto global que permitirá a los estudiantes situarse ante un futuro más amplio y prometedor para ellos.

## Referencias

- A common European Framework for ICT Professionals in all industry sectors. CWA 16234:2014 Part 1. © CEN
- Agulhon R., Bassino J. P., Boniface J. C., Brechbuhler Ch., Milaire H. G., Mouchart A., Roussel C. (1980). *Protection integree du vigne*. ITV-ACTA. Ed. Issoudun. Francia I, 148 pp. II 79
- Cerón, J. S. M. (2013). Modelo educativo basado en competencias. Editorial Trillas.
- De Arriba, L., Sánchez J.A., Pozueco, L., Melendi D., García Pañeda, X., García R. (2017). Adquisición de Competencias Mediante el uso de Laboratorios Abiertos en Enseñanzas Técnicas dentro del Marco Europeo. 25 Congreso Universitario de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas (25 CUIEET). Universidad de Extremadura, Badajoz.
- De Miguel Díaz, M. (2005). Modalidades de enseñanza centradas en el desarrollo de competencias: orientaciones para promover el cambio metodológico en el espacio europeo de educación superior. Servicio de Publicaciones. Universidad de Oviedo.
- García, A. M. D., Bravo, R. B., Albero, J. G., Cuello, R. O., & Sancho, L. S. (2005). Competencias y diseño de la evaluación continua y final en el Espacio Europeo de Educación Superior. Programa de estudios y análisis.
- García, L. S. (2008). " MODELO SISTÉMICO BASADO EN COMPETENCIAS PARA INSTITUCIONES EDUCATIVAS PÚBLICAS. Moreli, CIDEM, Mexico.
- Manjón, J. V. G., & López, M. D. C. P. (2008). Espacio Europeo de Educación Superior: competencias profesionales y empleabilidad. *Revista Iberoamericana de Educación*, 46(9), 4.
- Official Journal of the European Union, C 111 (2008). Accedido online. Recuperado de : <http://eurlex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/HTML?uri=OJ:C:2008:111:FULL&from=en>
- Reynolds, W. M. & Miller, G. E. (2012). *Educational Psychology : Contemporary Perspectives*. Handbook of Psychology, Educational Psychology, 1.
- Sánchez, J. A., Fernández-Alemán, J. L., Nicolás, J., Carrillo, J. M., de Gea, B. M., García-Berná, J. A., & Toval, A. (2017). An Approach for Automated Software Engineering Competence Measurement: Model and Tool. *International Journal on Information Technologies & Security*.
- Tobón, S. (2006). *Competencias, calidad y educación superior*. Coop. Editorial Magisterio.
- Wesselink, R., Dekker-Groen, A.M., Biemans, H.J. & Mulder, M. (2010). Using an instrument to analyse competence-based study programmes : experiences of teachers in Dutch vocational education and training. *Journal of Curriculum Studies*, 42(6), 813-829.
- Wolf, A. (1995). *Competence-based assessment*. McGraw-Hill Education (UK).



## **Sostenibilidad e Ingeniería Industrial: Estrategias para integrar la ética en los programas de formación.**

**Carlos de Lama Burgos<sup>(a)</sup>, Carlos Manzanares Cañizares<sup>(a)</sup> y Cristina González Gaya<sup>(a)</sup>**

<sup>(a)</sup>Departamento de Ingeniería de Construcción y Fabricación; ETSII- UNED C/ del Rosal, 12, 28040 Madrid (Spain), cdelama@invi.uned.es, cmanzanar2@alumno.uned.es, cgonzalez@ind.uned.es

---

### ***Abstract***

*The professionals in the field of industrial engineering, as a group, have a great responsibility in the exercise of their profession. The daily decision-making they face can lead to optimization and sustainability of natural resources, as well as pollution that affects the entire population.*

*In the exercise of his profession, the industrial engineer satisfies the demands of the business environment given that he has technical capabilities in organization, logistics, construction, materials, industrial safety installations, energy, etc. but it is essential that you do not lose a sustainable vision of the resources and protection of the environment demanded by today's society.*

*Therefore, in addition to quality technical training, a complementary training in ethical values is necessary as an inherent part of the competences that must be required of graduates in industrial engineering.*

*Establishing strategies for the integration of ethical values in training satisfies the demand of a society increasingly aware of the protection of the environment, natural resources and the most vulnerable people.*

**Keywords:** *Industrial engineering, sustainability, professional ethics, training.*

## **Resumen**

*Los profesionales en el ámbito de la ingeniería industrial, como colectivo, tienen una gran responsabilidad en el ejercicio de su profesión. Las tomas de decisiones diarias a las que se enfrentan pueden llegar a condicionar la optimización y la sostenibilidad de los recursos naturales, así como la contaminación que afecta a toda la población.*

*En el ejercicio de su profesión, el ingeniero industrial satisface las demandas del entorno empresarial, dado que cuenta con capacidades técnicas en organización, logística, construcción, materiales, instalaciones de seguridad industrial, energía, etc. pero es imprescindible que no pierda una visión sostenible de los recursos y de la protección del medio ambiente que demanda la sociedad actual.*

*Por tanto, además de una formación técnica de calidad, se hace necesaria una formación complementaria en valores éticos como una parte inherente de las competencias que se deben exigir a los egresados en la ingeniería del ámbito industrial.*

*Estableciéndose estrategias para la integración de los valores éticos en la formación se satisface la demanda de una sociedad cada día más sensibilizada con la protección del medio ambiente, los recursos naturales y las personas más vulnerables.*

**Palabras clave:** *Ingeniería industrial, sostenibilidad, ética profesional, formación*

## **Introducción**

La ingeniería en general y la ingeniería industrial en particular, impulsan el desarrollo económico y social de las naciones y disfrutan de un elevado grado de consideración por parte del mundo empresarial y del resto de la sociedad.

Esta consideración se debe a que la ingeniería industrial aporta soluciones con productos y servicios en campos como la tecnología, la energía, la organización, la producción, los materiales o la logística, que contribuyen desde hace más de 200 años al bienestar y al progreso de la humanidad.

La Revolución Industrial marcó un punto de no retorno en la historia de la humanidad, pasando en poco tiempo de ser sociedades con un eminente carácter rural, basadas en la

mano de obra manual y medios de carga y transporte de mercancías y personas con tracción animal, a transportes mecánicos y sociedades industriales y urbanitas.

Se ampliaron los medios de acceso y obtención de los recursos naturales, se incrementó la productividad en todos los sectores, lo que llevó a mayores beneficios y a una mejora en las condiciones de vida, modificando las costumbres de la vida cotidiana, todo ello gracias al desarrollo de la ciencia y la tecnología que tuvo lugar en ese periodo.

Por contra, se produjo también una extracción y consumo de los recursos naturales sin tener en cuenta que dichos recursos eran finitos, una minusvaloración de la afectación del medio ambiente y un consumo de energía que provocó un incremento muy significativo de la contaminación ambiental.

A pesar de que España se incorpora a este proceso de industrialización con retraso si se compara con el resto de nuestro entorno, el sector industrial avanzó de manera notable con los denominados Planes de Desarrollo que en la década de los 60 fomentaron un impulso del sector hasta alcanzar las cotas de desarrollo actuales.

De los tres sectores de producción económico en España, primario (materias primas), secundario (transformación) y terciario (servicios), la ingeniería industrial lidera el sector secundario, dado que representa al sector industrial y al sector energético, pero necesariamente también está presente en el desarrollo del resto de los sectores económicos, aportando tecnología y conocimientos.

Por tanto, se puede afirmar que los técnicos de las diferentes áreas de la ingeniería industrial, como colectivo, tienen un gran peso en el desarrollo económico de las naciones y son una pieza fundamental, no sólo influyendo en el progreso y bienestar de las personas, sino también en la mejora de la productividad y en la bajada de precios en todos los productos y servicios.

## **Metodología**

### **2.1. Necesidades de la sociedad**

Actualmente la sociedad demanda a los poderes públicos que regulen en favor de unos sistemas de producción sostenibles, entendiendo por sostenibilidad las estrategias para cubrir las necesidades de la población sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras.

Incluir la ética profesional en los programas de formación de la ingeniería industrial parece esencial para que los futuros egresados tengan plena conciencia de las consecuencias y responsabilidades de sus acciones y toma de decisiones. La ética profesional debe estar inte-

grada en los planes de estudios y deben participar en el conocimiento de la misma, estudiantes, docentes y responsables de materia.

El desarrollo económico actual debe atender a los nuevos retos y exigencias vinculadas a la eficiencia, a la protección de las personas, al medio ambiente y a los recursos, lo que implica que los profesionales en el ámbito de la ingeniería industrial tienen el deber de desarrollar su profesión respetando estas nuevas exigencias, y creando productos y servicios que tengan en cuenta el concepto de sostenibilidad.

Como prueba de ello, el 25 de septiembre de 2015 los líderes mundiales, en el marco de Naciones Unidas [1], adoptaron un conjunto de objetivos globales con el fin de erradicar la pobreza, mejorar las condiciones de vida de la población y lograr la rápida transición a una economía baja en emisiones de carbono y resiliente al cambio climático, y así promover la prosperidad y la seguridad de las generaciones presentes y futuras.

Todos estos argumentos conducen a la necesidad de hacer una reflexión sobre qué capacidades y conocimientos son los que demandan las organizaciones públicas y privadas de los programas de formación y cuáles son las capacidades en torno a los valores éticos dentro del ejercicio de la profesión que está exigiendo la sociedad, y así poder integrar ambas.

## **2.2. Análisis de los planes de estudio**

En lo referente a la reflexión indicada en el apartado anterior, en el ámbito docente en el año 2009 se plasmó con dos Órdenes del entonces Ministerio de Ciencia e Innovación ante la llegada del marco de Bolonia para los títulos universitarios de grado y máster en el ámbito industrial.

Así, la Orden CIN/351/2009, de 9 de febrero, establece los requisitos para la verificación de los títulos universitarios oficiales que habiliten para el ejercicio de la profesión de Ingeniero Técnico Industrial [2] y la Orden CIN/311/2009, de 9 de febrero, establece los requisitos para la verificación de los títulos universitarios oficiales que habiliten para el ejercicio de la profesión de Ingeniero Industrial [3]

Analizando dichas Órdenes para comprobar qué referencias sobre ética profesional incluyen los requisitos de los programas formativos, se puede evidenciar que, en el caso de los títulos de grado en el ámbito industrial que dan acceso a la profesión de ingeniería técnica industrial, dentro de los objetivos de las competencias que deben adquirir los estudiantes, está la capacidad de analizar y valorar el impacto social y medioambiental de las soluciones técnicas. Este objetivo de capacidad no se ve reflejado posteriormente en el contenido mínimo exigido en los planes de estudios, por lo que, aunque es un objetivo que debe alcanzar el egresado, no tiene por qué demostrar dicha capacidad si el plan de estudios no lo recoge.

En el caso del máster en ingeniería industrial, dentro de los objetivos de las competencias que deben adquirir los estudiantes, está la de ser capaz de integrar conocimientos y enfrentarse a la complejidad de formular juicios a partir de una información que, siendo incompleta o limitada, incluya reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de sus conocimientos y juicios. Al igual que en el caso anterior de los programas de estudio de estudiantes de grado, no hay referencias en el contenido mínimo exigido en el plan de estudios.

Por tanto, la capacidad técnica y la capacidad de gestión estarían incorporadas dentro del contenido mínimo de los planes de estudios en el ámbito de la ingeniería industrial, pero no así los valores éticos.

El hecho de que los valores éticos no aparezcan como obligatorios implica que las exigencias que actualmente reclama la sociedad pueden no estar asumidas por los estudiantes y, como consecuencia, por los egresados, pudiendo finalizar sus estudios sin haber tenido contacto con la ética de la profesión, cuando la realidad es que la ingeniería es una actividad en la que la moral está presente de manera inherente.

Es un error pensar que los profesionales de la ingeniería en el ámbito industrial deben únicamente guiarse por el cumplimiento de la normativa, en primer lugar porque este cumplimiento normativo siempre es de mínimos; en segundo lugar, porque existen numerosos supuestos que no están recogidos en la normativa y en tercer lugar, porque hay que tener en cuenta que aunque las actuaciones se hagan dentro de la normativa, pueden no ser éticamente aceptables.

Un ejemplo en este sentido es la diferencia de los términos eficacia y eficiencia, identificando la eficacia como la capacidad de lograr un objetivo, y la eficiencia como la capacidad de conseguir ese objetivo con los menos recursos posibles.

Por tanto, cuando se trabaja con eficacia, se trata de conseguir un objetivo sin tener en cuenta otros parámetros, mientras que cuando se trabaja con eficiencia, se trata de conseguir el mismo objetivo pero en el mínimo tiempo y con el mínimo de recursos posibles, repercutiendo, por tanto, no solo al cliente sino a la sociedad en general.

La normativa técnica de obligado cumplimiento, incluso las normas no obligatorias pero de reconocido prestigio en materia de calidad y seguridad, están basadas de manera habitual en prestaciones, y difícilmente podrá interpretarse como obligación el logro de los objetivos con el menor costo posible, es decir, con eficiencia, a pesar de que pudiera estar presente ese espíritu para los redactores de las norma.

### **2.3. Estrategia para integrar la ética en los programas de formación**

Desde un punto de vista neurológico, la zona de la corteza prefrontal del cerebro humano sufre un retraso de maduración con respecto a otras áreas del mismo. Esta área del cerebro está implicada en todo aquello que consideramos más humano, desde la ética, la moral, el razonamiento o la propia responsabilidad social, el control de las emociones y la impulsividad hasta la toma de decisiones y la planificación responsable del futuro de la propia vida del individuo. Esta parte del cerebro no termina de madurar hasta los 25 – 27 años. [4]

La maduración del cerebro del estudiante, sobre todo en estudios presenciales de grado y máster de ingeniería, donde la mayoría de estudiantes ingresan desde estudios de bachillerato o formación profesional de grado superior, condicionará la estrategia de integración de la ética en los planes de estudio.

En base a lo indicado se pueden establecer las siguientes fases para la integración de la ética y asignaturas afines en los planes de estudio, según se muestra en la tabla 1.

**Tabla 1. Fases para la integración de la ética en los planes de estudio**

1ª Fase
Identificación de asignaturas relacionadas con la ética o materias afines a la misma ofertadas en los grados y máster de ingeniería del ámbito industrial.
2ª Fase
Propuesta de un programa de formación complementario en función de los contenidos identificados en el grado y máster.
3ª Fase
Elaboración de la metodología docente basada en el desarrollo de asignaturas optativas y talleres para formar de manera continua a los estudiantes durante sus estudios de grado y máster.
4ª Fase
Formación en la normativa nacional e internacional en materia de ética y responsabilidad social corporativa aplicable a cualquier tipo de organización y certificable por una tercera parte (Organismo de certificación).

Fuente. Elaboración propia. (2018)

Para el desarrollo de la *primera fase*, se debe relizar un análisis de los planes de estudio de grado y máster para localizar las asignaturas que tengan relación con la ética y también con la responsabilidad social corporativa.

Las identificación de la asignatura de ética o afines ofertada en el plan de estudios analizado, va a servir de base para realizar o proponer un programa de estudios complementario.

Como ejemplo de identificación de asignaturas relacionadas con la ética o responsabilidad social corporativa se han analizado los planes de estudio de grado y máster ofertados por la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales de la Universidad Nacional de Educación a Distancia (UNED).

En la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales de la UNED se oferta la asignatura *Sostenibilidad y eficiencia en la ingeniería* como materia obligatoria del *Máster universitario en Investigación en Ingeniería Eléctrica, Electrónica y Control Industrial*, incluyendo dicha asignatura los requisitos desarrollados en el presente artículo. Entre los contenidos de la asignatura indicada destacamos los siguientes:

- Conceptos básicos. Principales problemas medioambientales
- Sostenibilidad, energía y medio ambiente
- Indicadores de sostenibilidad. Evaluación de impacto.
- Reducción de emisiones. Protocolos internacionales (Kioto, etc.)
- Responsabilidad Social Corporativa
- Iniciativa GRI (Global Reporting Initiative)
- Informe de Sostenibilidad
- Proyectos y gestión de la sostenibilidad: Agenda 21, etc.

Otra asignatura ofertada es “Análisis del entorno y administración de empresas” la cual aparece como materia obligatoria en el cuarto curso del Grado en Ingeniería de Tecnologías Industriales y como optativa en el cuarto curso del Grado en Ingeniería Eléctrica y del Grado en Ingeniería en Electrónica Industrial y Automática.

En lo referente a la *segunda fase*, el programa de formación complementario es recomendable que sea lo más amplio posible y que se extienda a lo largo de la vida académica del estudiante, debido a la maduración de su cerebro como ya se ha indicado, considerando un error ofertar solamente una asignatura relacionada con la ética o la responsabilidad social corporativa en un plan de estudios de grado con continuidad en un máster con un periodo formativo variable entre 4 y 6 años académicos. La consolidación de los conceptos de la ética profesional deben ir en paralelo con el desarrollo del plan de estudios. En el caso de

que no sea posible incorporar asignaturas al tratarse de un plan de estudios cerrado, dicho plan se debe complementar con talleres y cursos de ética y afines a lo largo de la vida académica del estudiante.

Como *tercera fase* para la integración de la ética es necesario ofrecer al estudiante una metodología docente basada en una visión ética de los conocimientos adquiridos para que pueda aplicar los conceptos de responsabilidad y sus consecuencias en todos y cada uno de los contenidos del programa de formación del grado estudiado.

El concepto de responsabilidad debe ser considerado dentro de los planes de estudio en dos vertientes que, ya de alguna manera se apuntan por Ibo Van De Poel y Lambèr Royakkers. [5]

Estas dos vertientes son la *responsabilidad pasiva* y la *responsabilidad activa*, siendo dichas responsabilidades consideradas como la base para la integración de la ética en los programas de formación.

También se hace necesario en el desarrollo de la estrategia, enlazar con la responsabilidades pasiva y activa el concepto de *negligencia*, definida por el jurista Francesco Carrara como la “voluntaria omisión de diligencia en calcular las consecuencias posibles y previsibles del propio hecho” en el ámbito de la ingeniería industrial puede generar importantes consecuencias y aparece por tomas de decisiones de distintos tipos de manera irresponsable.

Rafael Escolá y José Ignacio Murillo [6] establecen una relación de acciones negligentes que pueden perfectamente adaptarse al ámbito de la ingeniería industrial:

- a. Por no comprobar o no preparar
- b. Por desentenderse
- c. Por no exigir
- d. Por actuar ignorando la trascendencia de lo que se hace
- e. Por salirse de su lugar
- f. Por estorbar
- g. Por no medir las circunstancias de otros

Acciones negligentes tan cotidianas como las señaladas pueden traer graves consecuencias dependiendo del ámbito donde se den.

Es necesario analizar cómo trasladar toda esta información, en la que aparecen conceptos como ética profesional, responsabilidad y consecuencias al estudiante de ingeniería industrial, siendo vitales no sólo para el desarrollo y futuro profesional del propio estudiante, sino también para el resto de la población.

En este análisis se debe tener en cuenta que la formación en valores es difícil de asimilar como un concepto individual o como una asignatura más, y que debe integrarse a lo largo

de todo el ciclo formativo, tal y como se hace, por ejemplo, con los proyectos integradores que tienen algunas escuelas de ingeniería.

Como formación complementaria, el estudiante debe ser consciente de la responsabilidad civil y penal de sus actuaciones. Esta formación específica, por ejemplo, se viene impartiendo actualmente en algunas Universidades públicas y privadas de la Comunidad de Madrid por parte de la secretaría técnica del Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid mediante ponencias por invitación de las propias Universidades.

No se pretende, en ningún caso, analizar la posibilidad de una formación moral, entendida dicha formación moral como relativa a las acciones de las personas desde el punto de vista del bien y del mal, ya que se entiende que el alumno que accede a una titulación universitaria ya posee un pensamiento crítico que le hace distinguir esa diferencia entre el bien y el mal.

En resumen, para que esta visión de la responsabilidad pasiva y activa sea asimilada por el estudiante, el programa formativo debe, desde un punto de vista ético, contener las siguientes características:

1. Una adecuada visión de las normas que afectan en su ejercicio profesional.
2. Una capacidad de asumir un código de conducta basado en los principios éticos
3. Una percepción de las consecuencias que sus acciones pueden llegar a tener tanto en la vida de los demás como en su propio desarrollo profesional.

Los principios éticos han sido recogidos en los distintos códigos deontológicos de las distintas profesiones y pueden resumirse en conceptos como honestidad, dignidad, integridad, independencia, secreto profesional y diligencia.

Estos mismos principios éticos tienen distinto enfoque dependiendo de la profesión. No es comparable el comportamiento que el ingeniero debe tener con su cliente, con el que debe tener el médico con su paciente, al igual que no es comparable tampoco la actitud que debe tener el ingeniero respecto a la protección del medio ambiente con la que debe tener el abogado.

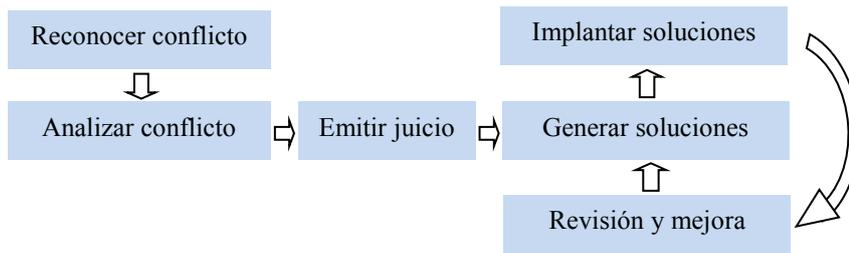
En el caso de la ética profesional del estudiante de ingeniería en el ámbito industrial, ésta debe tener una componente de enfoque global y a largo plazo, debido a las connotaciones que tiene su labor diaria respecto a la sostenibilidad.

Por tanto, el programa de estudio debe estar adaptado para que el estudiante pueda adquirir capacidades en valores que complementen las capacidades de gestión o tecnología.

1. Capacidad para reconocer un conflicto moral.
2. Capacidad para analizar el conflicto y sus consecuencias.
3. Capacidad para emitir un juicio moral sobre dicho conflicto.

4. Capacidad para generar distintas soluciones al conflicto.
5. Capacidad para argumentar y persuadir para la implantación de la solución al conflicto.

**Figura 1. Objetivo de formación en valores**



Fuente. Elaboración propia. (2018)

Por último la *cuarta fase* se debe centrar en formar al estudiante en la normativa nacional e internacional relacionada con la *responsabilidad social corporativa* en el ámbito de cualquier tipo de organización pública o privada. [7]

Entre la normativa para la certificación de la *responsabilidad social corporativa* descamos la siguiente [9]:

- UNE 19601 Sistema de gestión de Compliance Penal (estándar nacional de mejores prácticas para prevenir delitos, reducir el riesgo, y fomentar una cultura empresarial ética y de cumplimiento con la Ley Orgánica 1/2015 de reforma del Código Penal).
- ISO 37001 Sistema de gestión para prevenir el soborno en las organizaciones (estándar internacional que especifica los requisitos y proporciona una guía para establecer, implementar, mantener, revisar y mejorar un sistema de gestión antisoborno).
- Sistema de Gestión de la Responsabilidad Social IQNet SR10 (estándar internacional de gestión y mejora SR10).
- UNE 165001 Productos Financieros Socialmente Responsables (Productos financieros que, además de los económicos, incorporan criterios de responsabilidad social en su gestión).

- Guía Global Reporting Initiative (GRI) permite a las empresas comunicar, de forma transparente, los resultados de los compromisos adquiridos desde una triple perspectiva ambiental, económica y social. GRI es un acuerdo internacional cuya función es promover la elaboración de *Memorias de Sostenibilidad* para su uso voluntario por parte de organizaciones que desean informar sobre los aspectos económicos, medioambientales y sociales de sus actividades, productos y servicios.

La formación en las anteriores normas, así como el proceso de certificación de la misma, se puede realizar a través de la oferta de cursos complementarios en el último año de estudios del grado o máster.

## **Conclusiones**

Las organizaciones tanto empresariales como sociales, que en definitiva son grupos de personas y medios con un fin determinado, cada vez son más conscientes del impacto social y medioambiental que tienen, lo que implica que el conjunto de la ciudadanía las mida por su desempeño integral y por ello exige que los métodos de producción y distribución sean sostenibles y respetuosos.

En este sentido, asociaciones y consumidores particulares tienen actualmente, a través de las redes sociales, un poder de influencia sobre grandes corporaciones que, hasta hace poco, era desconocido, y de manera complementaria, dichas corporaciones están viendo en la responsabilidad social empresarial una vía para aumentar su ventaja competitiva al mejorar su reputación de cara a clientes e inversores, así como su capacidad de atraer y retener talento profesional.

Por tanto, si los resultados económicos de las empresas están siendo condicionados por las demandas sociales, es evidente que esta exigencia se traslada de manera directa a la labor de los profesionales de la ingeniería industrial que, como se sabe, tienen un peso significativo dentro de la economía global.

Los programas de formación del estudiante en cualquiera de los títulos de las ramas industriales deben ser capaces de transmitir la sensibilidad necesaria a través de la formación en ética y talleres afines para afrontar los retos tecnológicos y sociales, satisfacer las necesidades de las corporaciones que han integrado la responsabilidad social y, por tanto, establecer como valores esenciales los objetivos globales de la sostenibilidad.

Gracias al conocimiento de la ética y de la responsabilidad social corporativa, estos objetivos de sostenibilidad que el estudiante debe integrar en todos sus trabajos dentro de su desarrollo académico, pueden resumirse en:

1. Optimizar recursos y minimizar el uso de materias primas y energía.
2. Minimizar la generación de residuos y elementos contaminantes, procurando el uso de elementos reciclables y haciendo previsión así mismo de los sistemas oportunos para que dichos residuos sean tratados.
3. Tener en consideración la seguridad y la salud en obras, producción o servicios tanto para trabajadores como para el resto de la sociedad.
4. Velar por la protección del medio ambiente con la mirada puesta siempre en el principio de sostenibilidad y el desarrollo sostenible.
5. Velar por la mejora de la sociedad en general y por los colectivos más vulnerables, como el de personas con discapacidad en particular.
6. Tener presente a otros pueblos más desfavorecidos, utilizando los conocimientos adquiridos y la tecnología para favorecer el acceso a servicios básicos como el agua, el saneamiento, la energía o las infraestructuras.

Hasta la fecha distintas universidades tal como se mencionaba anteriormente han hecho esfuerzos para introducir en los programas formativos en ingeniería industrial asignaturas transversales que de alguna manera esbozan estos ideales de sostenibilidad y ética mediante asignaturas, como parte de proyectos integradores o aprendizaje basado en proyectos tipo Project Based Learning, (PBL) o mediante conferencias puntuales.

Es una materia pendiente la introducción de estos conceptos de sostenibilidad y ética en todo el programa formativo para que penetre de una manera natural en el pensamiento del estudiante y por tanto que asimile las ventajas que estos conceptos tienen no sólo para la sociedad sino para su propio futuro profesional.

Así mismo se debe analizar y posteriormente plantear un método válido de seguimiento para evidenciar el cambio de mentalidad del estudiante respecto a la sociedad y su entorno y cómo pueden afectar estos avances en el futuro de sus tomas de decisiones una vez incorporados en el mundo empresarial y en particular en el industrial.

La confianza en la labor generada por la ingeniería industrial se puede mantener e incrementar siempre y cuando organizaciones y sociedad perciban que las soluciones que aportan los nuevos egresados no son tecnológicamente útiles sino también sostenibles.

## **Referencias**

- [1] Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo. *Objetivos de desarrollo sostenible*. <http://www.undp.org/content/undp/es/home/sustainable-development-goals.html>.
- [2] Orden CIN/351/2009, de 9 de febrero, por la que se establecen los requisitos para la verificación de los títulos universitarios oficiales que habiliten para el ejercicio de la profesión de Ingeniero Técnico Industrial

- [3] Orden CIN/311/2009, de 9 de febrero, por la que se establecen los requisitos para la verificación de los títulos universitarios oficiales que habiliten para el ejercicio de la profesión de Ingeniero Industrial
- [4] Mora F. (2013). Neuroeducación. Solo se puede aprender aquello que se ama. Alianza Editorial Ed. Madrid (España). 38 pp.
- [5] Ibo van de Poel, Lambèr Royakkers (2011). *Ethics, Technology, and Engineering*. Ed Wiley-Blackwell. Reino Unido. 9-14 pp
- [6] Rafael Escolá, José Ignacio Murillo (2002). *Ética para ingenieros*. Ediciones Universidad de Navarra, S.A. Pamplona. 51-54 pp.
- [7] Cubero JJ. (2009). *La Responsabilidad Social de las Empresas en la Ingeniería*. FORUM CALIDAD N° 199. España. 56-60 pp.
- [8] *Responsabilidad social*. Web de AENOR. Dirección URL:  
[http://www.aenor.es/aenor/certificacion/resp\\_social/respsocial.asp#.Wr45CEXuKdI](http://www.aenor.es/aenor/certificacion/resp_social/respsocial.asp#.Wr45CEXuKdI)



## Una Experiencia en Proyectos Europeos de Ámbito Educativo

Jose Manuel Lopez-Guede<sup>a,1</sup>, Jose Antonio Ramos-Hernanz<sup>a,2</sup>, Javier Sancho-Saiz<sup>a,3</sup>,  
Inmaculada Tazo-Herran<sup>a,4</sup>, Estibaliz Apiñaniz-Fernandez de Larrinoa<sup>a,5</sup>, Amaia  
Mesanza-Moraza<sup>a,6</sup> y Ruperta Delgado<sup>a,7</sup>

<sup>a</sup> Escuela de Ingeniería de Vitoria-Gasteiz. C/Nieves Cano, 12, 01006, (UPV/EHU)  
<sup>1</sup>[jm.lopez@ehu.eus](mailto:jm.lopez@ehu.eus), <sup>2</sup>[josean.ramos@ehu.eus](mailto:josean.ramos@ehu.eus), <sup>3</sup>[javier.sancho@ehu.eus](mailto:javier.sancho@ehu.eus),  
<sup>4</sup>[mariaimaculada.tazo@ehu.eus](mailto:mariaimaculada.tazo@ehu.eus), <sup>5</sup>[estibaliz.apinaniz@ehu.eus](mailto:estibaliz.apinaniz@ehu.eus), <sup>6</sup>[amaia.mesanza@ehu.eus](mailto:amaia.mesanza@ehu.eus),  
<sup>7</sup>[rupe.delgado@ehu.eus](mailto:rupe.delgado@ehu.eus)

---

### **Abstract**

*In this paper we introduce a project granted under the Erasmus+ KA2 call, more specifically "Cooperation for innovation and the exchange of good practices". A total of five universities of Turkey, Spain, Lituania, Romania and Italy are involved in the project, which has a duration of 3 years engaging faculty and students of all levels (i.e., B.Sci., M.Sci. and Ph.D.) in the scope of renewable energies from different points of view, focusing on topics corresponding to the main interests of the partners.*

**Keywords:** Erasmus+, Key Action 2, Renewable Energies, Faculty of Engineering of Vitoria-Gasteiz, University of the Basque Country, UPV/EHU

---

### **Resumen**

*En este documento presentamos un proyecto otorgado bajo la convocatoria Erasmus + KA2, más específicamente "Cooperación para la innovación y el intercambio de buenas prácticas". Un total de cinco universidades de Turquía, España, Lituania, Rumania e Italia están involucradas en el proyecto, que tiene una duración de 3 años y cuenta con profesores y estudiantes de todos los niveles (es decir, Grado, Máster y Doctorado) en el ámbito de las energías renovables desde diferentes puntos de vista, centrándose en temas correspondientes a los principales intereses de los socios.*

**Palabras clave:** Erasmus+, Key Action 2, Energías Renovables, Escuela de Ingeniería de Vitoria-Gasteiz, Universidad del País Vasco, UPV/EHU

## **Introducción**

El aprendizaje activo es un extenso paradigma que agrupa varios métodos, y se basa en la responsabilidad y en la participación de los estudiantes en su propio proceso de aprendizaje (Bonwell, 1991) y (Felder, 1994). Uno de estos métodos se denomina Aprendizaje Cooperativo, que es un paradigma en el que las actividades de aprendizaje se planifican buscando la interdependencia positiva entre los participantes de dicho aprendizaje (Felder, 2001) y (Felder, 2009). Los proyectos Erasmus+ (Erasmus, 2018) son una forma muy conocida de involucrar a estudiantes de diferentes países en dicho proceso, y ofrecen una plataforma apropiada para utilizar el aprendizaje activo, y más específicamente, estrategias de aprendizaje cooperativo para beneficiarse de las diferentes habilidades y competencias obtenidas en los sistemas educativos de cada uno de los países participantes. Un marco especialmente adecuado es el relacionado con la *Key Action 2 "Cooperation for innovation and the exchange of good practices"*, ya que el diseño de los proyectos se centra en la obtención de resultados conjuntos. En este artículo, los autores describen un proyecto solicitado por la Universidad de Gazi (Turquía) centrado en las características mencionadas anteriormente, prestando atención a algunas de las partes más relevantes del proyecto.

El resto del artículo está organizado de la siguiente manera. La sección "Descripción del proyecto" presenta el proyecto como tal. Una de las partes más relevantes, es decir, los socios del proyecto se describen en detalle en la sección "Descripción de los socios", mientras que la sección "Contribuciones de la Universidad del País Vasco" ofrece un listado de los temas que van a ser explicados por el personal docente de la Universidad del País Vasco. En la sección de "Resultados esperados" se proporciona una lista completa de los resultados que se espera alcanzar y finalmente, la sección "Conclusiones" explica las principales conclusiones a juicio de los autores.

## **Trabajos Relacionados**

kkk

## **Descripción del proyecto**

El "*Clean Energy Research*" es una tarea clave para la Agenda de la Unión Europea debido a la dependencia energética de la Comunidad Europea. Las placas continentales de Europa y Anatolia (Turquía) no son ricas en combustibles fósiles como el carbón, el gas y el petróleo. Además la liberación de carbono de los combustibles fósiles impide que la Comunidad Europea utilice estos recursos energéticos tradicionales y motive a descubrir y mejorar los

recursos energéticos alternativos y renovables. De esta manera, la eficiencia de los dispositivos de energía renovable como son la solar, eólica, hidroeléctrica y *harvesting* juegan un papel importante para obtener la máxima capacidad energética de la naturaleza. Además, las nuevas tendencias e ideas tecnológicas sobre estos dispositivos se deben presentar a los estudiantes en los niveles de pregrado y postgrado (es decir, grado, máster y doctorado). La prioridad de este proyecto es llevar a cabo esta tarea mejorando algunos aspectos educativos de diferentes instituciones educativas en Europa. Inicialmente, se realizará un estudio curricular entre los socios para presentar las mejores soluciones del estado del arte.

### **Descripción de los socios**

En esta sección vamos a dar una breve descripción de la historia y de las capacidades reales de cada socio del proyecto cara a abordarlo con éxito.

#### **Universidad del País Vasco**

La Universidad del País Vasco (UPV / EHU) es una Institución de enseñanza e investigación fundada oficialmente en 1985. La UPV/EHU es la universidad española que ofrece el mayor número de grados, un tercio de estos títulos tienen la mención de calidad del Ministerio español de Educación. La UPV/EHU ha sido recientemente reconocida como Campus de Investigación de Excelencia Internacional por el Ministerio de Ciencia e Innovación de España. Según el ranking de Shanghai, la UPV/EHU es una de las principales universidades de Europa por su calidad de enseñanza, su compromiso con la formación continua y su excelencia en investigación, desarrollo e innovación, manteniendo acuerdos con más de 400 universidades internacionales. Concretando sus cifras, podemos resumirlas en que la universidad consta de 3 campus con 21 centros y 111 departamentos. Se imparten 68 grados, 111 másteres oficiales, 65 programas de doctorado y 34 títulos propios. En cuanto a los recursos para llevar a cabo su función cuenta con 4,300 profesores, 1,100 investigadores y 1,900 personas para administración y servicios. Finalmente, la universidad da servicio a 36,000 personas que cursan estudios de grado, 3,300 de máster, 2,900 de doctorado y 500 de títulos propios.

#### **Universidad de Perugia**

La Universidad de Perugia fue fundada en 1308. En ese año, el Papa Clemente V emitió una bula titulada *Super Sperula*, que otorgó el Studium de la ciudad, es decir, la autoridad para participar en la educación superior. La bula hizo a Perugia un *Leggere Generaliter*, dando a sus cursos reconocimiento y validez universal. El reconocimiento imperial formal de la Universidad fue otorgado en 1355, cuando el

emperador Carlos I otorgó a Perugia el derecho permanente a tener una universidad y otorgar títulos a estudiantes de todas las naciones. En el siglo XIV, la universidad ofrecía títulos en dos campos: Derecho y Artes Generales. Hoy, las actividades de investigación, educación y consultoría en las diversas disciplinas están organizadas en 16 departamentos, con aproximadamente 23,500 estudiantes, 1,100 profesores e investigadores y 1,000 miembros de personal de administración y servicios.

### **Universidad de Klaipeda**

Está situada en un territorio con una población de 650,000 con potencial industrial y comercial, siendo la ciudad de Klaipeda una metrópolis de la región marítima en rápido desarrollo, famosa por su exclusivo patrimonio cultural, las actividades recreativas y las instalaciones turísticas. La universidad se estableció en 1991, con la misión de desarrollarse como un moderno centro marino de investigación, arte y estudios en la región del Mar Báltico, educando a especialistas altamente calificados. Está organizada en 7 facultades, centradas en Ciencias Ambientales, de Vida, de Salud, Sociales y de Tecnología, así como las Humanidades y las Artes. En la actualidad la universidad cuenta con alrededor de 6,000 estudiantes contando aquellos con dedicación a tiempo completo y a tiempo parcial, en estudios de nivel de grado, máster y doctorado, así como en los de capacitación vocacional y otros programas de estudio.

### **Universidad de Gazi**

La universidad de Gazi es la cuarta universidad más grande entre las instituciones de educación superior turcas. Tiene facultades de todas las ramas de conocimiento, escuelas vocacionales, institutos, etc., contando con unos 77,000 estudiantes y 3,500 académicos. La universidad fue fundada como un centro de educación secundaria en 1926 por el fundador de la república turca Kemal Ataturk. Más tarde se transformó en un Instituto Educativo alrededor de 1970 y se convirtió en una universidad en 1982. Desde el comienzo de esa fecha, ha sido una de las instituciones educativas históricas y más poderosas en el país. La Universidad Gazi no solo ha educado a estudiantes y realizado las actividades de investigación durante años, sino que también ha desempeñado un papel muy importante en la educación de los académicos de otras universidades del país, formando docentes a nivel de máster y doctorado, por lo que la Universidad Gazi ha sido declarada como "fundadora de universidades" en todo el país. En la actualidad, la universidad tiene 21

facultades, 4 escuelas vocacionales superiores, 1 Conservatorio de Música Turco, 11 escuelas vocacionales, 48 centros de investigación y 7 institutos.

### **Universidad de Pitesti**

La Universidad de Pitesti es una institución pública de educación e investigación de Rumanía. La Universidad tiene aproximadamente 500 empleados contratados y aproximadamente 10,000 estudiantes. Su organización se compone de varias facultades de diferentes campos educativos como Ingeniería, Ciencias Sociales, Economía, Derecho, Ciencias, etc. La universidad cuenta con la Facultad de Electrónica, Comunicaciones y Computación, que contiene el Departamento de Electrónica, Computación e Ingeniería Eléctrica. En este departamento trabajan 30 personas especializadas en Ingeniería Eléctrica, Electrónica e Ingeniería de Software. La mayoría de ellos tienen un doctorado en sus campos de especialización. Las prioridades de la Universidad de Pitesti se centran en el desarrollo de una actividad de investigación científica de alta calidad y en la formación de jóvenes como futuros especialistas capaces de encontrar un empleo adecuado en el mercado laboral rumano y europeo. Entre las prioridades, es posible mencionar la gran colaboración internacional que la universidad desarrolló a través de una serie de alianzas, proyectos y programas financiados por la Comunidad Europea. Su objetivo es desarrollar en Pitesti una universidad orientada a los negocios, una universidad profundamente arraigada en la realidad cotidiana, una universidad que interfiere fuertemente con el sector socioeconómico ofreciendo su asistencia para encontrar las soluciones correctas a los numerosos problemas que este sector enfrenta en la actualidad .

### **Contribuciones de la Universidad del País Vasco**

En esta sección proporcionamos una breve lista de los temas que han sido tratados por los profesores de la Universidad del País Vasco en el marco del proyecto. Estos temas están integrados en el plan de estudios que ha sido diseñado por todos los socios del proyecto, concretándose en la siguiente lista:

1. Dispositivos de control de flujo activo y pasivo para aerogeneradores
2. Diseño de control de la turbina eólica
3. Aprendizaje de refuerzo para el control de generación de potencia de turbina eólica variable de velocidad

4. Aplicación del algoritmo de búsqueda de retroceso adaptativo para control de paso de un mini generador eólico
5. Modelado y control de sistemas fotovoltaicos
6. Transiciones del modelo de energía basado en el consumo: *Energy Democracy*
7. Compuestos para energías renovables
8. Implementación de sistemas de control flexibles
9. Análisis geoespacial de energías renovables

### **Resultados esperados**

En esta sección describimos los principales resultados esperados del proyecto, que se pueden resumir de la siguiente manera:

1. Material de capacitación y educación en línea (*e-learning*): se realizará la preparación y actualización de un sitio web. El sitio web del proyecto estará abierto para la sensibilización, el anuncio y la educación sobre cuestiones de energía renovable en todo el mundo.
2. Experiencia adquirida por los socios del proyecto en la gestión y realización de alianzas transnacionales.
3. Intercambio de ideas y buenas prácticas: se prepararán presentaciones de posters de estudiantes sobre investigaciones de energía renovable para el intercambio de ideas y buenas prácticas académicas para una presentación científica después de varias reuniones transnacionales técnicas.
4. Intercambio de ideas y buenas prácticas: investigaciones innovadoras de laboratorio con los estudiantes y el personal docente de cada grupo de trabajo. Las prácticas cooperativas se realizarán en varias reuniones técnicas transnacionales.
5. Intercambio transnacional de experiencias y mejores prácticas: movilidades de estudiantes a corto plazo (grado, máster y doctorado) para los cursos de taller y las prácticas de laboratorio en cada país socio. Los estudiantes tomarán parte en un tema en especial para desarrollar productos de proyectos intelectuales. Además de su educación formal en sus instituciones, los talleres brindarán una buena oportunidad para practicar sobre temas de energía renovable.
6. Intercambio transnacional de experiencias y mejores prácticas: Movilidades a corto plazo del personal docente (grado, máster y doctorado) para la educación formal en los países socios. El personal docente contribuirá a los talleres anuales en otras universidades asociadas y explicará su metodología en detalle en sus laboratorios.

7. Procesos de cooperación y metodologías: la formación de grupos de trabajo en Europa para generación de una metodología de educación energética. Se hará directamente mediante investigaciones y capacitaciones (reuniones transnacionales técnicas, talleres, conferencias con resultados científicos) dentro de los grupos de trabajo, que incluyen instituciones participantes con estudiantes y personal docente.
8. Sistema de certificación: los certificados se entregarán a los estudiantes después de la recopilación de las actividades de enseñanza / aprendizaje tales como los talleres, conferencias, prácticas de laboratorio y certificados de gratitud que también se le otorgarán al personal docente.

## **Conclusiones**

En este documento presentamos un proyecto que se está desarrollando en el contexto del marco Erasmus+ de la Unión Europea. Comenzamos el trabajo con una descripción aproximada del alcance y los principales objetivos del proyecto. Hemos descrito de manera más detallada a todos los socios del proyecto, prestando atención a sus especificidades, dando una visión más profunda de la Universidad del País Vasco. A continuación hemos agregado una lista completa de los temas que serán tratados por el personal académico durante el desarrollo del proyecto, que cubre diferentes áreas de conocimiento. Finalmente, hemos reunido una lista completa de los resultados esperados al final del proyecto.

## **Referencias**

- Bonwell C., Eison J. (1991), Active learning: Creating excitement in the classroom. ASHE-ERIC Higher Education Report no. 1
- European Commission. Erasmus programme. [Online]. Available: <https://eacea.ec.europa.eu/>
- Felder R. M., Brent R. (1994), Cooperative learning in technical courses: Procedures, pitfalls, and payoffs. National Science Foundation.
- Felder R. M., Brent R. (2001), Effective strategies for cooperative learning. *Journal of Cooperation & Collaboration in College Teaching*, 10 (2), 69–75
- Felder R. M., Brent R. (2009), Active learning: An introduction. *ASQ Higher Education Brief*, 2 (4), 1–5



## Modelos didácticos de Goma-EVA para visualizar conceptos y detalles en la enseñanza de estructuras metálicas

Carlos López-Colina Pérez<sup>a</sup>, Miguel Lozano García<sup>a</sup>, Miguel A. Serrano López<sup>a</sup> y Fernando López Gayarre<sup>a</sup>

<sup>a</sup>Universidad de Oviedo. Dep. de Construcción e Ingeniería de Fabricación. [lozanomiguel@uniovi.es](mailto:lozanomiguel@uniovi.es), [lopezpcarlos@uniovi.es](mailto:lopezpcarlos@uniovi.es), [serrano@uniovi.es](mailto:serrano@uniovi.es), [gayarre@uniovi.es](mailto:gayarre@uniovi.es)

---

### **Abstract**

*The present piece of work shows the huge possibilities of an easy-to-acquire and easy-to-handle material to teaching issues of steel and composite structures : EVA-foam (or ethylene-vinyl acetate). Four types of didactic models have been developed regarding three topics : beams, connections and composite structures. The use of small bolts has allowed to reproduce on a small scale the most common steel joints for buildings and to show their rotational stiffness variation. The panel instabilities are reproduced by clear local buckling in the ethylene-vinyl acetate sheets, allowing the direct display of new phenomena for the students like shear buckling of built-up-girders. Welds and web-to-flange connections of profiles have been reproduced by means of hot-melt glue and concrete has been simulated by low density polyurethane foam. The manufacturing simplicity and very low cost of the models make them suitable as a didactic support at the classroom, but also to be considered as complementary assignments for students to be marked.*

**Keywords:** didactic models, EVA foam, ethylene-vinyl acetate, steel structures, composite structures.

---

### **Resumen**

*El presente trabajo muestra las enormes posibilidades en el campo de la enseñanza de estructuras metálicas y mixtas de un material de fácil acceso y manipulación: la espuma de goma-EVA (o etilvinilacetato). Se han desarrollado cuatro tipos de maquetas didácticas sobre tres temas: vigas, uniones y*

*estructuras mixtas. El uso de tornillos de pequeño diámetro ha permitido reproducir a escala las uniones más comunes en estructuras metálicas de edificación y mostrar la variación de su rigidez rotacional. Las inestabilidades de los paneles son reproducidas visualmente como abolladuras muy claras en las planchas de etilvinilacetato, permitiendo la visualización directa de fenómenos nuevos para el alumno como la abolladura por cortante en vigas armadas de gran canto. Las soldaduras o las uniones ala-alma de los perfiles han sido reproducidas mediante el uso de pegamento termofusible y el hormigón ha sido simulado utilizando espuma flexible de poliuretano de baja densidad. La sencillez de fabricación y bajísimo coste de las maquetas las hace ideales como apoyo didáctico en las clases, pero también para ser consideradas como objeto de trabajos complementarios evaluables a realizar por los alumnos.*

**Palabras clave:** *modelos didácticos, goma-EVA, etilvinilacetato, estructuras de acero, estructuras mixtas.*

## **Introducción**

Las maquetas y modelos a escala se han venido utilizando desde hace tiempo en la didáctica de la ingeniería para ilustrar temas propios de la resistencia de materiales y la teoría de estructuras. Distintos materiales han sido usados en modelos de muy diversa complejidad. Aquellos modelos pensados para ser fabricados íntegramente por los propios profesores y también por los alumnos utilizan papel (Crittenden et al., 2013), cartón (Unterweger, 2005) o madera (Saidani y Shibani, 2014). También existen modelos comerciales de plástico que presentan muchas posibilidades de montaje de diferentes estructuras y que permiten una fácil comprensión de su funcionamiento, sobre todo si se incluyen comparativas con cálculos manuales o simulaciones numéricas (Romero y Museros, 2002).

Los planteamientos para el uso de modelos estructurales son muy diversos, desde el apoyo visual a las explicaciones hasta la propuesta de actividades evaluables de trabajo en grupo a modo de concurso. En el campo de los concursos estructurales destacan las estructuras de maderas ligeras como la de balsa (MDOT, 2018) o incluso las hechas con espaguetis, que son objeto de competiciones internacionales entre instituciones superiores de enseñanza (Gamayunova, 2015). Aunque lo cierto es que existen posturas encontradas sobre la idoneidad de estas actividades competitivas (Kristensen et al., 2015). Otra práctica muy extendida en las asignaturas con contenidos generales en el ámbito de la Teoría de estructuras es la de reproducir mediante cálculos, con medios informáticos o manuales, los resultados obtenidos en ensayos de laboratorio, pudiendo utilizar para ello montajes a escala y de tamaño reducido con fines puramente educativos (Behr, 1996).

En cuanto al alumnado objetivo, los modelos estructurales didácticos se usan desde los niveles de educación básica (Llewellyn et al., 2016) hasta las asignaturas universitarias más generales del área de estructuras (Bowen, 2003), pasando por cursos introductorios a la tecnología de estructuras (Matsuiishi et al., 2003). Las materias universitarias que normalmente utilizan este tipo de maquetas se suelen corresponder en los planes de estudios españoles con resistencia de materiales y teoría de estructuras. Sin embargo, su uso en asignaturas más tecnológicas o que presentan fenómenos y detalles estructurales más complejos ha sido, hasta el momento, bastante más limitado.

La asignatura de estructuras metálicas es, normalmente, obligatoria en los grados de ingeniería civil, arquitectura, etc. También debe ser cursada en los itinerarios de especialización en construcción de ingeniería industrial y otras ingenierías. Dependiendo de la universidad, pueden impartirse también nociones sobre estructuras mixtas acero-hormigón o bien dejar esta materia para una asignatura aparte, ya sea de grado o máster. En cualquier caso, tanto las estructuras metálicas como las mixtas deben ser estudiadas en gran medida como asignaturas con orientación tecnológica, de modo que las competencias adquiridas tengan una posibilidad de concreción inmediata en trabajos reales. Las limitaciones de tiempo de los nuevos planes de estudios y la importancia de las sesiones dedicadas a resolución de problemas y ejemplos prácticos hacen que la carga teórica de la asignatura deba disminuir inevitablemente, por lo que, en muchos casos, debe dejarse a un lado la demostración matemática completa de los fenómenos físicos más complejos. Ese es el planteamiento que se ha ido adoptando en la mayoría de escuelas de ingeniería y arquitectura, tomando como libros de referencia algunos que explican parcialmente el origen de la formulación, pero también intentando simplificar la carga teórica a la hora de impartir la asignatura (Argüelles et al., 2013) (Monfort, 2006) (Benito y Carretero, 2010).

La pérdida de horas teóricas no debe implicar que se deje de lado la comprensión de los fenómenos físicos mediante demostraciones, pues esta práctica es fundamental para el desarrollo de un espíritu crítico y para la práctica científica en general. ¿Cuál puede ser entonces la solución para los fenómenos más complejos y que necesitarían de tediosas demostraciones matemáticas? La respuesta más evidente es: la presentación visual y empírica, de modo que, tras la clase, puedan ser comprendidos y asimilados de un modo casi intuitivo, pues el alumno ha podido ver con sus propios ojos cómo se producían. El uso de modelos estructurales a escala en prácticas de laboratorio podría permitir la visualización combinada con la comprobación de las fórmulas usadas en cálculos manuales (Harris y Sabnis, 1999). Sin embargo, esto implica un alto coste en tiempo de prácticas y preparación de probetas y, en la mayoría de casos, añadir la consideración adicional de los efectos de escala y las explicaciones correspondientes (Krawlinker, 1988). Además, la observación directa de los procesos de inestabilidad (abolladuras, pandeos) no siempre es posible, dado el alto módulo elástico del acero.

Actualmente están a la venta vigas extra-flexibles de la marca Pasco. Estas están a disposición de los profesores de las asignaturas de estructuras de la Universidad de Oviedo y son utilizadas principalmente en las explicaciones sobre los ejes fuerte y débil de flexión y la identificación del plano de pandeo por compresión. En las asignaturas de estructuras metálicas se utilizan también como apoyo a las explicaciones sobre el pandeo lateral por flexión, mostrando su mecanismo y la imposibilidad de que se dé alrededor del eje débil. En estas asignaturas también pueden usarse para visualizar la torsión de alabeo en perfiles abiertos.

**Figura 1 Viga extra-flexible Pasco mostrando pandeo lateral (a) y torsión de alabeo (b)**



Fuente: [www.pasco.com](http://www.pasco.com)

Tras ser presentadas por el profesor, se pasan a los alumnos para que sean manejadas por ellos y experimenten en sus propias manos. Dada la gran utilidad de estos elementos para la comprensión experimental y posterior asimilación de conceptos de los alumnos, se ha decidido extender este aprendizaje directo, a través de modelos a escala muy visuales, a otros temas. Para ello es necesaria la fabricación propia del material correspondiente, debido a que no existen en el mercado modelos estructurales que puedan servir para este fin.

El presente trabajo muestra las enormes posibilidades en el campo de la enseñanza de estructuras metálicas y mixtas de un material de fácil acceso y manipulación: la espuma de goma-EVA (o etilvinilacetato), utilizándolo para mostrar de manera directa el comportamiento de estructuras metálicas simples y sus uniones, así como los detalles estructurales clave de estas.

### **Material utilizado**

El etilvinilacetato o goma-EVA es el material principal de los modelos propuestos. Se trata de un termoplástico formado por unidades repetitivas de etileno y acetato de vinilo que se utiliza en forma espumada para manualidades didácticas y creativas. Se vende en planchas de diferente espesor, densidad y color. En el caso que ocupa el presente artículo se han utilizado láminas de espesor 2 mm y de 5,25 mm, que tienen densidades de 74 kg/m<sup>3</sup> y 77 kg/m<sup>3</sup> respectivamente (Fig.2-c). El color escogido ha sido el blanco, que facilita la visualización de posibles anotaciones o esquemas aclaratorios que puedan hacerse sobre el mismo modelo, con rotulador, bolígrafo o incluso lápiz.

Figura 2 Muestra de materiales utilizados para la fabricación de los modelos



Las uniones por soldadura entre elementos y las uniones ala-alma de los perfiles de acero han sido ejecutadas en los modelos mediante pegamento termofusible (copolímero de etilvinilacetato). La rapidez y facilidad con que pueden lograrse uniones resistentes mediante el uso de pistolas de pegamento (Fig.2-d). muy económicas y simples de manejar hacen de éste el método idóneo para crear uniones permanentes en la goma EVA. Su similitud con los cordones de soldadura, además, es un valor añadido a este modo de ejecutar los modelos.

Para las uniones atornilladas se utilizaron tornillos de 3 y 4 mm de diámetro (Fig.2-e, f, g, j).con sus correspondientes tuercas y arandelas. También se utilizaron arandelas anchas para evitar el punzonamiento de la cabeza de los tornillos en la goma EVA. En el caso específico de los pernos de anclaje a cimentación, el material utilizado fue la varilla roscada de 4 mm de diámetro.

En este trabajo también se proponen modelos que pretenden reproducir elementos estructurales de hormigón que actúan conjuntamente con la estructura de acero, como zapatas de cimentación unidas a las placas de anclaje y losas de tableros mixtos de puentes. Por tanto, es necesario escoger un material adecuado para ellos. Se ha seleccionado la espuma flexible de poliuretano (Fig.2-a) como el más idóneo, dado que tiene un módulo de elasticidad notablemente más bajo que la espuma de EVA. La relación entre módulos de elasticidad del acero y el hormigón en casos habituales ronda un valor entre 5 y 7. La relación entre los módulos de elasticidad de la goma EVA espumada y la espuma de poliuretano puede tomar valores entre 3 y 5. Aunque las relaciones no son idénticas, sí son suficientemente aproximadas para

dar unos resultados que visualmente muestren los conjuntos mixtos acero-hormigón con unas deformaciones magnificadas, pero un comportamiento similar.

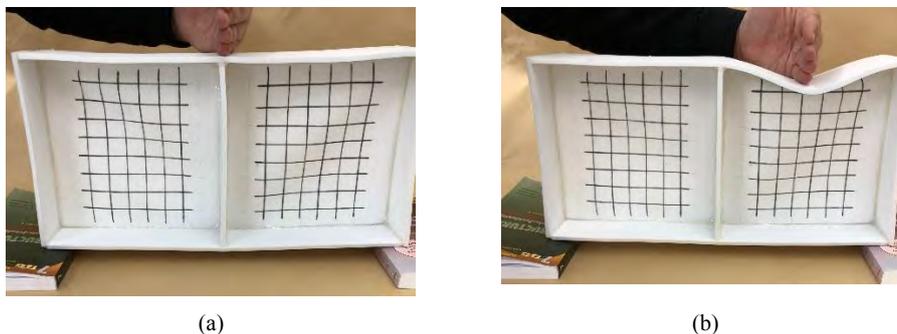
Para simular los conectores soldados de cortante entre acero y hormigón, se han utilizado las cabezas de plástico de chinchetas (Fig.2-h) pegadas convenientemente a la goma EVA con pegamento termofusible (Fig.2-b). Su cabeza circular más ancha que el vástago, presenta cierta resistencia al arrancamiento cuando está insertada en un agujero estrecho de espuma de poliuretano (hormigón simulado). Estas uniones son perfectamente desmontables, simplemente realizando un movimiento de desabotonado de la cabeza de las chinchetas de plástico.

Las operaciones de taladrado y de corte tanto en la goma EVA como en la espuma flexible de poliuretano pueden realizarse con herramientas manuales muy simples como una barrena manual o una cuchilla o cúter. Para los cortes de varillas roscadas y cabezas de chinchetas ha de disponerse de una sierra de mano para metal y un tornillo de banco para su sujeción. Si se requiere doblar piezas basta con aplicarles calor, por ejemplo, con un secador de pelo, antes de proceder al conformado por presión.

### **Modelos didácticos**

El primero de los modelos propuestos y el más simple de todos ellos fue desarrollado como apoyo las explicaciones en torno a un tema muy particular de las estructuras metálicas: las abolladuras que pueden suceder en vigas armadas de alma esbelta. Se trata de una viga en doble T con alma muy esbelta, con rigidizadores en los extremos y un rigidizador central. Está ideada para ser utilizada en las sesiones correspondientes a la abolladura del alma. Si el modelo se apoya en los dos extremos y se carga muy ligeramente en el centro, se podrán observar fácilmente las abolladuras que señalan el campo diagonal de tracciones (Fig. 3-a). Con cualquier carga en una zona del ala no rigidizada se obtendrá una simulación del fallo por abolladura frente a cargas concentradas (Fig. 3-b). Se ha dispuesto una cuadrícula sobre el alma de la viga para visualizar más claramente las deformaciones de abolladura.

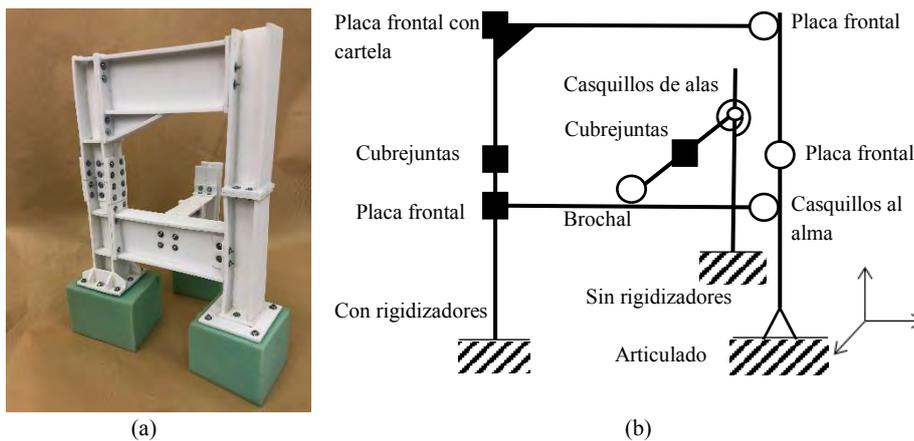
**Figura 3 Modelo para abolladura por cortante (a) y por cargas concentradas (b)**



La segunda maqueta didáctica se corresponde con un modelo destinado a facilitar la comprensión de los detalles estructurales de uniones de acero, presentando algunos de los modelos de uniones articuladas, rígidas y semirrígidas más típicos que pueden encontrarse entre perfiles en doble T. Este modelo presenta un pilar empotrado con rigidizadores en la base con dos uniones rígidas atornilladas a vigas, una de ellas con chapa frontal y otra con chapa frontal y cartela inferior. El pilar tiene un empalme con cubrejuntas transmisor de momentos. Otro pilar está nominalmente articulado en la base y presenta uniones simples nominalmente articuladas a vigas por medio de casquillos al alma y por chapa frontal, además tiene un empalme atornillado para transmisión de axiles. A la viga inferior del pórtico principal llega a embrochar otra, que a su vez presenta un empalme transmisor de momentos entre sus dos tramos. Esta viga con el empalme llega a otro pilar al que se une mediante una conexión semirrígida con casquillos de angular a las alas y en la base tiene una placa sin rigidizadores.

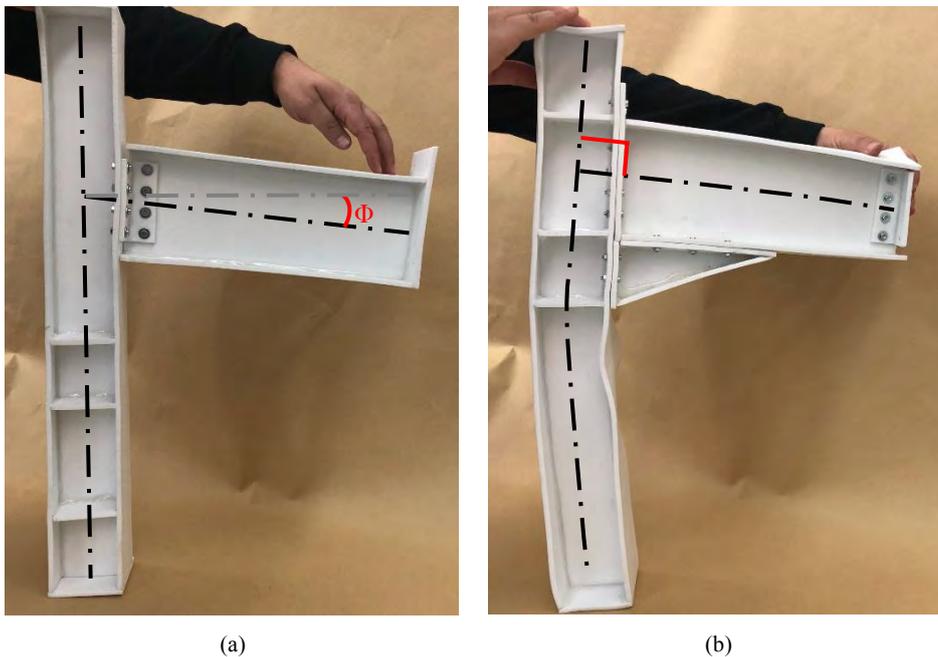
Este conjunto (Fig. 4-a), primero presentado por el profesor con su esquema estructural (Fig. 4-b) y luego en las manos de los propios alumnos, servirá para comprender rápidamente los detalles estructurales más comunes en cuanto a uniones, pudiendo incluso visualizar la notable diferencia en la rigidez de las uniones consideradas nominalmente articuladas y las nominalmente rígidas solamente aplicando esfuerzos pequeños con las manos sobre el modelo. Las placas base de los pilares se han anclado a zapatas de poliuretano flexible mediante varilla roscada clavadas en dicha espuma. Esto simula de un modo muy visual el anclaje de pilares metálicos a elementos de cimentación de hormigón, ya que las varillas pueden extraerse y reinsertarse sin dificultad en las zapatas. Detalles como la existencia de tornillos de nivelación bajo las placas base han sido cuidados en la fabricación del modelo para poder dar las correspondientes explicaciones.

Figura 4 Modelo de uniones típicas (a) y su esquema estructural (b).



Un tercer modelo (Fig. 5), creado también para la asignatura estructuras metálicas, tiene el mismo objetivo de clarificar el comportamiento de las uniones, pero buscando una mayor interactividad por parte de los alumnos que el mostrado anteriormente. Se trata de un conjunto viga-pilar, en el que, con ayuda de elementos adicionales como pueden ser casquillos de angular o cartelas-cartabón, los estudiantes pueden montar seis tipos de uniones muy comunes, que van desde la unión con apoyo de casquillo de angular a la unión con chapa de testa, rigidizadores y cartela inferior. Teniendo en cuenta las posibles variaciones adicionales sobre estas seis uniones básicas, añadiendo o quitando casquillos de angulares o cartelas y colocando la viga con rigidizadores de continuidad de las alas o no, pueden montarse, al menos, otras 6 uniones más. Tras montar las uniones manualmente, los estudiantes pueden, cargarlas directamente con sus manos, deformándolas de modo que se evalúe si el giro relativo entre la viga y el pilar se consigue para momentos aplicados pequeños, medianos o grandes. De este modo, se pueden ordenar las uniones propuestas por su rigidez rotacional. Esta maqueta didáctica es susceptible de ser utilizada junto con un cuestionario, en el que, por grupos, se pida montar diferentes uniones típicas y después ordenarlas según la rigidez rotacional estimada al cargarlas manualmente.

Figura 5 Unión nominalmente articulada (a) y unión nominalmente rígida (b).

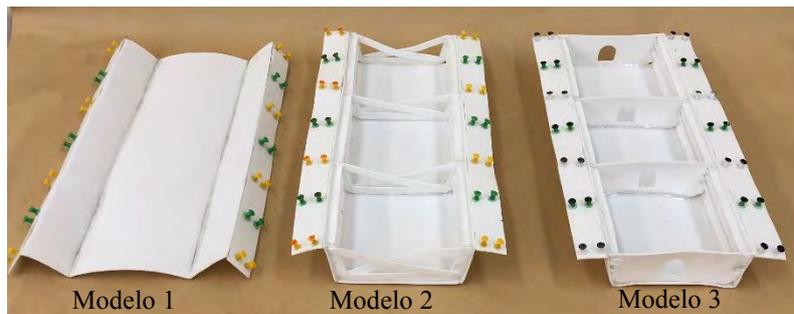


En la figura 5 pueden compararse los giros relativos obtenidos para dos uniones, una nominalmente articulada (Fig. 5-a) y otra nominalmente rígida (Fig 5-b). La primera unión presenta un elevado giro relativo  $\phi$  para momentos muy bajos que no deforman viga ni pilar y

la segunda prácticamente conserva el ángulo inicial en la unión para cargas elevadas que deforman visiblemente la viga y el pilar, pero no la conexión.

El cuarto tipo de modelo creado hasta el momento se corresponde con temas de vigas armadas e introductorios a las estructuras mixtas acero-hormigón. Se trata de modelos en goma-EVA y espuma flexible de poliuretano que reproducen pequeños tramos de puentes de vigas en cajón con tablero mixto de hormigón. Los conectores de cortante se han simulado con cabezas de plástico de chinchetas, como se menciona en el apartado de materiales. Se han creado tres modelos con una misma geometría básica pero tres niveles distintos de rigidización (Fig. 6): uno primero sin rigidizadores, otro con rigidizadores longitudinales, transversales y cruces de arriostramiento transversal y un tercero con rigidizadores longitudinales y diafragmas continuos sólo con un hueco de paso.

**Figura 6 Modelos de vigas metálicas con conectores para puente mixto en cajón.**



El comportamiento de estos modelos puede ser comparado situándolos entre dos apoyos y cargándolos progresivamente (Fig. 7). En la tabla 1 puede observarse el resultado de resistencia aproximada frente a una carga centrada, así como la flecha obtenida para cargas de 4N, 6N y 8N. También se incluye el peso de los modelos y el volumen de goma-EVA utilizado.

**Figura 7 Modelo de puente mixto en carga.**



Tabla 1. Resultados de modelos de vigas mixtas

	Modelo 1	Modelo 2	Modelo 3
<b>Peso (g)</b>	103	117	130
<b>Volumen (mm<sup>3</sup>)</b>	221.200	280.900	290.976
<b>Resistencia (N)</b>	peso propio	16	20
<b>Flecha para 4N (mm)</b>	-----	8,56	8,19
<b>Flecha para 6N (mm)</b>	-----	13,59	12,55
<b>Flecha para 8N (mm)</b>	-----	19,32	17,11

Los modelos de puentes mixtos han de servir para ilustrar visualmente múltiples puntos como: el efecto de los rigidizadores para evitar la abolladura de las placas comprimidas, el efecto de los diafragmas transversales para evitar la distorsión de la sección, el trabajo de una estructura mixta a través de los conectores de cortante o la importancia de los diafragmas de refuerzo en los apoyos. Aunque el trabajo con los modelos está previsto inicialmente como un apoyo a la docencia presencial, tomando como muestra estas maquetas pueden plantearse proyectos de curso complementarios a modo de concursos de carga sobre tableros diseñados y fabricados por los alumnos, bien imponiendo una carga a resistir y premiando el menor peso estructural, bien imponiendo un límite de peso y premiando la mayor carga resistida.

## Resultados

El uso de los modelos didácticos se ha planteado en los apartados anteriores principalmente como un apoyo a las explicaciones y, en general, a la docencia presencial. Hasta el momento, la aceptación de los alumnos de estos complementos a las clases expositivas ha sido muy buena, detectando una comprensión inmediata de los fenómenos y detalles que se pretenden explicar mediante la visualización directa y la interacción de los alumnos. Los resultados completos de esta propuesta aún no han podido ser evaluados en profundidad, pues el año en curso es el primero en que se utilizan estos materiales y en el momento de envío del presente artículo la asignatura Estructuras Metálicas del Grado en Ingeniería Civil en la Escuela Politécnica de Mieres, que es la seleccionada para comenzar a utilizarlos, aún no ha sido evaluada. A modo orientativo y para valorar la aceptación de estos modelos, dentro de una encuesta anónima intermedia del curso, se han realizado dos preguntas para que valoren del 1 al 10 en una escala de Likert de desacuerdo-acuerdo la conformidad con el uso de estos materiales. Se ha puntuado con una media de 8,5 la idoneidad de los modelos didácticos utilizados y con un 8,2 el interés en derivar una parte de la nota de los trabajos de curso a diseñar y fabricar maquetas de puentes metálicos o mixtos en goma-EVA para superar una prueba de carga evaluable con ellos.

## Conclusiones

Tras la elaboración de los modelos de etilvinilacetato mencionados y la valoración preliminar de su uso didáctico en la asignatura de Estructuras Metálicas, se pueden extraer las siguientes conclusiones:

La facilidad de manejo, fabricación y el bajo precio de los modelos propuestos los hacen ideales para su uso didáctico por parte del profesorado de Estructuras Metálicas, mostrando con ellos, de un modo muy visual, diferentes fenómenos y detalles. La comprensión casi intuitiva de los conceptos que se pretenden ilustrar mediante los modelos hace que los estudiantes valoren muy positivamente el uso de estos materiales en el aula.

Tanto las uniones soldadas como atornilladas pueden ser simuladas con espuma de etilvinilacetato, mostrando su rigidez rotacional de un modo directo mediante una carga manual. También pueden simularse de un modo muy simple, mediante espuma flexible de poliuretano, elementos de hormigón como zapatas de cimentación o losas de estructuras mixtas. Los pernos de anclaje a zapatas pueden ejecutarse con varilla roscada y los pernos de cortante de las vigas mixtas pueden ser fabricados con chinchetas de plástico, dando lugar a una interacción entre los diferentes materiales suficientemente adecuada para simular el comportamiento real.

Las razones anteriores permiten que incluso los propios alumnos puedan realizar trabajos individuales o grupales de fabricación de modelos, que pueden ser objeto de actividades cuantificables y evaluables como la puesta en carga de maquetas de puentes. La posible realización de este tipo de actividades es valorada muy positivamente por los alumnos.

## Referencias

- Argüelles R., Argüelles J.M., Arriaga F., Atienza J.R. (2013). *Estructuras de Acero 3ª Edición*. Bellisco Eds. Madrid. 680 pp.
- Behr R. A. (1996). Computer simulations versus real experiments in a portable structural mechanics laboratory. *Computer Applications in Engineering Education* 4 (1) 9-18.
- Benito J. L., Carretero J. (2010). *Principios Básicos de Estructuras Metálicas*. Delta Ed. Madrid. 188 pp.
- Bowen J. D. (2003). Using a Hands-On, Project-Based Approach to Introduce Civil Engineering to Freshmen. *ASEE Annual Conference & Exposition, Nashville*. 8 (1236), 1-10.
- Crittenden K. B., Heat T., Hall D. E. (2013). 2D Paper Trusses for K12 STEM Education. *ASEE Annual Conference & Exposition, Atlanta*. 23 (2), 1-11.
- Gamayunova O. (2015). The Civil Engineering Institute as a Leader in Training of Specialists in the Field of Civil Engineering. *Procedia Engineering* 117, 1043-1050.
- Harris H.G., Sabnis G. M. (1999). *Structural Modelling and Experimental Techniques 2ª Edición*. CRC Ed. Washington D.C. 785 pp.

*Modelos didácticos de Goma-EVA para visualizar conceptos y detalles de estructuras metálicas*

- Krawlinker H. (1988). Scale Effects in Static and Dynamic Model testing of Structures. *World Conference on Earthquake Engineering, Tokyo-Kyoto 8*, 865-875.
- Kristensen F., Troeng O., Safavi M., Narayanan P. (2015). *Competition in higher education – good or bad?* Lund University Ed. Lund, Suecia. 17 pp.
- Llewellyn D., Pray S., DeRose R., Ottman W. (2016) Engineering Encounters : Building a Spaghetti Structure. *Science and Children 54 (2)* 70-75.
- Matsuishi M., Takemata K., Tani M., Kitamura T. (2003) Pre-College Education of Engineering at Kanazawa Institute of Technology to Senior High School Students in Japan. *ASEE Annual Conference & Exposition, Nashville. 8 (933)*, 1-10.
- Monfort J.(2006). *Estructuras Metálicas para Edificación*. UPV Ed. Valencia. 338 pp.
- MDOT (2018) *Michigan Design and Build Bridge Challenge Guidelines*. Transportation and Civil Engineering Program. TRAC Ed. Michigan. 50 pp.
- Romero M., Museros P. (2002). Structural Analysis Education through Model Experiments and Computer Simulation. *Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice, 128 (4)*, 170-175.
- Saidani M., Shibani A. (2014). Use of Physical and Numerical Models in Engineering Design Education. *Int. Conference on Industrial Engineering and Operations Management, Bali* 61-67.
- Unterweger H. (2005). Simple Structural Models for the Education of Structural Engineers at Graz University. *Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice, 131 (4)*, 227-230.



## Introduction to the Fluid Dynamics of Biological Flows. Innovation Project using the CFD simulation of the lung air flow.

Adrián Pandal Blanco<sup>a</sup>, Raúl Barrio Perotti<sup>b</sup>, Jorge Parrondo Gayo<sup>c</sup>, Antonio Navarro Manso<sup>d</sup> y Eduardo Blanco Marigorta<sup>e</sup>

Universidad de Oviedo, Departamento de Energía, Área de Mecánica de Fluidos.

<sup>a</sup>[pandaladrian@uniovi.es](mailto:pandaladrian@uniovi.es), <sup>b</sup>[barrioraul@uniovi.es](mailto:barrioraul@uniovi.es), <sup>c</sup>[parrondo@uniovi.es](mailto:parrondo@uniovi.es), <sup>d</sup>[navarroantonio@uniovi.es](mailto:navarroantonio@uniovi.es),  
<sup>e</sup>[eblanco@uniovi.es](mailto:eblanco@uniovi.es)

---

### **Abstract**

*The learning process has proved to be highly effective when the students solve real-world problems, because these cases stimulate and motivate the students to a greater extent. Starting from this premise, this paper presents an innovation project for the lectures of Fluid Mechanics taught in the Engineering Bachelor Degrees at the Universidad de Oviedo, in the specialties of Electrical, Electronics and Automatic, Mechanical and Chemical Engineering. It is intended to introduce the students to the fluid dynamics of biological flows, basically using CFD simulation tools. It will be centered on airflow in the lung airways, and it will comprise the development of new teaching material, encouraging student interest, developing the skills and competences, etc. At the end of the classes, the extent of the satisfaction, motivation and knowledge acquired by the students will be assessed with surveys and data collection on student interaction.*

**Keywords:** *e-learning, biological flows, fluid mechanics, undergraduate, CFD.*

---

### **Resumen**

*El proceso de enseñanza-aprendizaje ha demostrado ser altamente efectivo cuando los alumnos se enfrentan a problemas reales, puesto que éstos consiguen estimular y motivar en mayor medida al alumno. Partiendo de esta premisa, se presenta un proyecto de innovación para las clases de Mecánica de Fluidos impartidas en las titulaciones de Grado de Ingeniería Eléctrica,*

*Título de la ponencia*

*Electrónica Industrial y Automática, Mecánica y Química Industrial de la Universidad de Oviedo. Se busca hacer una introducción a la fluidodinámica de los flujos biológicos, utilizando básicamente herramientas de CFD. Estará centrado en el flujo del aire en las vías pulmonares, y se pretende crear nuevo material docente, fomentar el aprendizaje, desarrollar las habilidades y competencias necesarias, etc. Al término de las clases impartidas, se medirá el grado de satisfacción, motivación y conocimientos adquiridos por los alumnos mediante diferentes tests.*

**Palabras clave:** *e-learning, flujos biológicos, mecánica de fluidos, grado, CFD.*

## **1. Introducción**

Tradicionalmente en las universidades españolas el modelo de enseñanza se ha basado en las clases magistrales para grandes grupos. Estas condiciones tienen algunas herramientas docentes adecuadas (McKeachie, 2006), pero –en general– penalizan mucho la comunicación entre el estudiante y el profesor. Además, los programas de los cursos son largos y con mucho material disponible, lo cual hace que sólo algunos conceptos puedan ser retenidos durante las clases. Posteriormente los estudiantes memorizan el resto y finalmente, son capaces de resolver los problemas presentados por el profesor. El objetivo inmediato es que comprendan los conceptos y sepan cómo resolver problemas, pero el resultado final es que son habituales las lagunas conceptuales que les impiden resolver cuestiones formuladas de forma diferente a la habitual (Halloun, 1985). En este sentido, una posible mejora es trabajar con grupos más reducidos, dividiendo la clase en subgrupos o contando con profesores asistentes (Stanly, 2002), aunque no siempre es posible.

En este sentido, durante los últimos años la Universidad de Oviedo ha incentivado la innovación educativa para fomentar la mejora del proceso de enseñanza-aprendizaje en los títulos siguiendo las metodologías propuestas desde el Espacio Europeo de Educación Superior (EEES) y apostando por la renovación del modelo educativo mediante la implantación de experiencias innovadoras en las prácticas docentes. Dentro de este marco se encuentra el presente Proyecto de Innovación Docente que se desarrolla en la asignatura de Mecánica de Fluidos (grupo bilingüe) de los grados de Ingeniería.

Se debe tener en cuenta que los alumnos que estudian cualquier carrera de ingeniería adquieren sus conocimientos con la premisa de que su formación tiene una profunda relación entre la teoría aprendida y la práctica. Por ello, se hacen esfuerzos para vincular la enseñanza con la realización de proyectos, la invención de ideas, el trabajo en equipo y la ética profesional. Es aquí donde se deben introducir, en la medida de lo posible, problemas reales puesto que los estudiantes se sienten más motivados en estos casos (Lombardi, 2007), favoreciendo la consecución exitosa del proceso de enseñanza-aprendizaje.

Dentro de este marco, se ha propuesto un proyecto de innovación docente para la asignatura de Mecánica de Fluidos, para presentar a los alumnos las características físicas y de cálculo de los flujos biológicos. Estos flujos no se cubren en el temario habitual, pero tienen un gran atractivo, en parte debido al auge de la bioingeniería y las aplicaciones de la ingeniería a la medicina. El siguiente apartado describe el proyecto de innovación docente. A continuación, se comentan los objetivos que persigue, las competencias y los indicadores, junto con el método de evaluación planteado. Por último, se presentan algunas sugerencias acerca de la ampliación futura de este trabajo.

## **2. Descripción del proyecto**

El Proyecto de Innovación Docente se lleva a cabo en la asignatura de Mecánica de Fluidos perteneciente a las titulaciones de Grado de Ingeniería Eléctrica, Electrónica Industrial y Automática, Mecánica y Química Industrial de la Universidad de Oviedo. Además, debido a que se trata de una experiencia piloto, tan solo el grupo bilingüe llevará a cabo las nuevas actividades.

La finalidad de esta propuesta puede entenderse desde dos puntos de vista fundamentalmente. Por un lado, está la creación de nuevo material docente sobre simulación CFD basado en el estudio de un tema actual de bioingeniería, y por otro, se desea que esta actividad consiga fomentar el interés de los alumnos, a través de una aplicación práctica que constituye un problema real de ingeniería en el que aplicar la mecánica de fluidos. Adicionalmente, se potenciará el trabajo autónomo de los alumnos y el uso de las herramientas del Campus Virtual.

Considerando la importancia de la bioingeniería en la sociedad actual, resulta fundamental desarrollar nuevo material docente que permita presentar a los alumnos estas nuevas competencias. No se trata de dar un curso extenso de bioingeniería, finalidad de másteres especializados, sino de presentar aplicaciones de interés actual y con futuro de la mecánica de fluidos. En este campo, el estudio de flujos biológicos como el flujo del aire en los pulmones y la deposición de partículas inhaladas es de gran interés en la actualidad. Comprender el comportamiento de estas partículas a su paso por los bronquios, bronquiolos y alveolos y que parámetros influyen en el mecanismo de deposición es primordial para el desarrollo de nuevas terapias y medicamentos, aparte de los efectos que puede tener la respiración de partículas contaminantes.

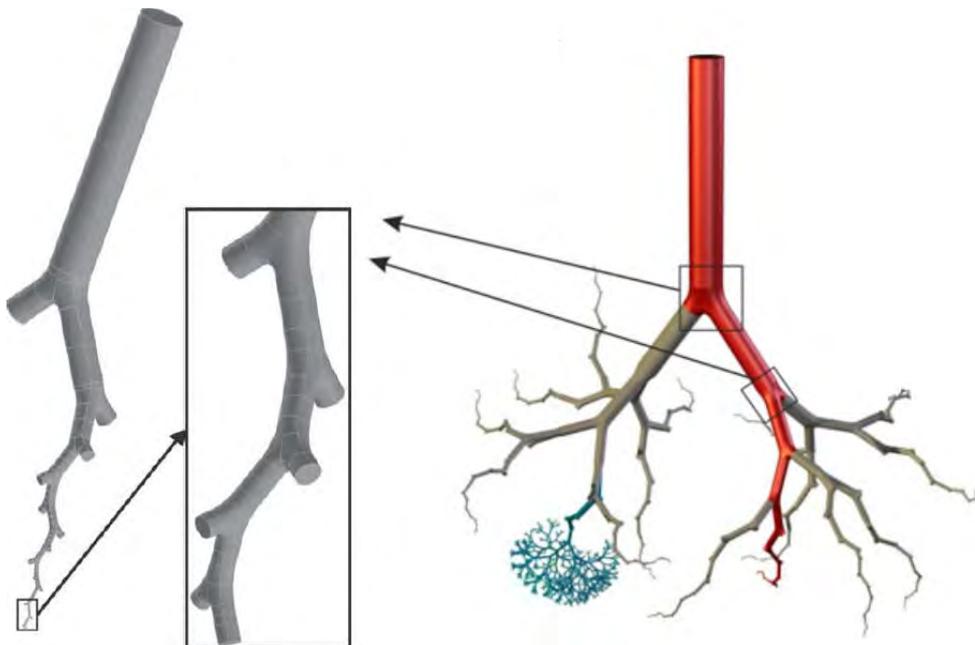
Habitualmente, gran parte de los alumnos de ingeniería perciben la Mecánica de Fluidos como una asignatura difícil y poco atractiva, lo cual genera desmotivación y falta de interés. Con este proyecto, se pretende cambiar esta percepción y mostrar la gran aplicabilidad de la mecánica de fluidos y del CFD (Dinámica Computacional de Fluidos), al mismo

*Título de la ponencia*

tiempo que se presenta a los alumnos una posible línea de trabajo (investigación) para su trabajo fin de grado.

En el desarrollo del proyecto, en primer lugar, se debe generar la documentación docente. Para ello, se llevará a cabo una extensa revisión bibliográfica, incluyendo los trabajos desarrollados en el departamento y entre ellos, una novedosa simplificación de la geometría pulmonar que permite reducir el volumen de cálculo (ver Figura 1).

**Figura 1. Geometría modelo pulmón simplificado (izqda.) y completo (drcha.).**



Así mismo, se introducirán detalles del mallado creado con el código comercial ANSYS-Gambit (ANSYS Gambit, 2006), por ejemplo la capa límite, necesarios para la correcta solución del cálculo. Finalmente, utilizando resultados de diferentes simulaciones CFD realizadas con el código comercial ANSYS Fluent (ANSYS Fluent, 2006) se podrán evaluar las diferentes características fluidodinámicas. En primer lugar, debido a la geometría tridimensional hay que determinar la dirección principal del flujo, que se puede observar mediante las líneas de corriente y los vectores de velocidad, evaluados en el plano central (Figura 3).

Figura 2. Detalle del mallado, incluyendo capa límite.

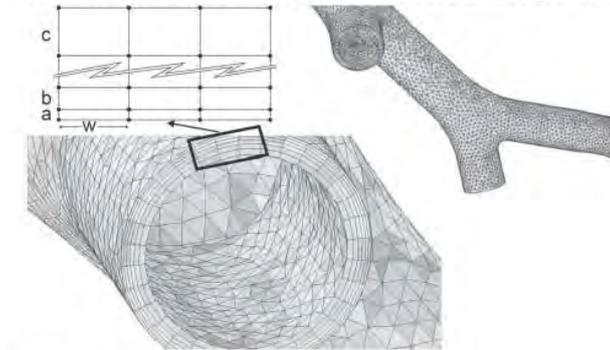
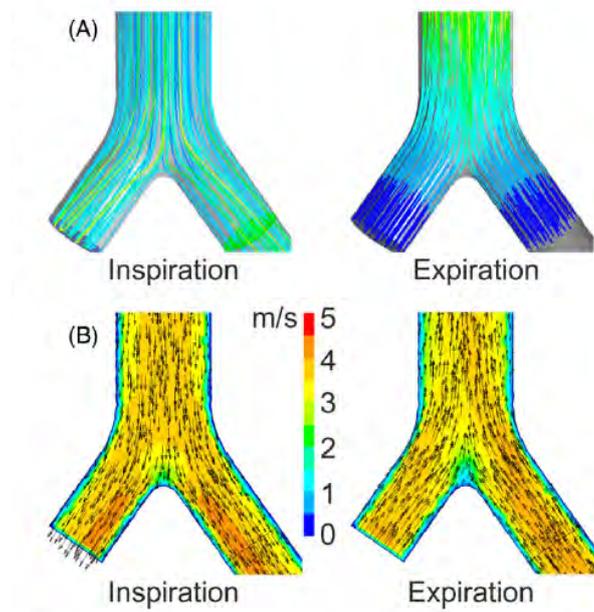


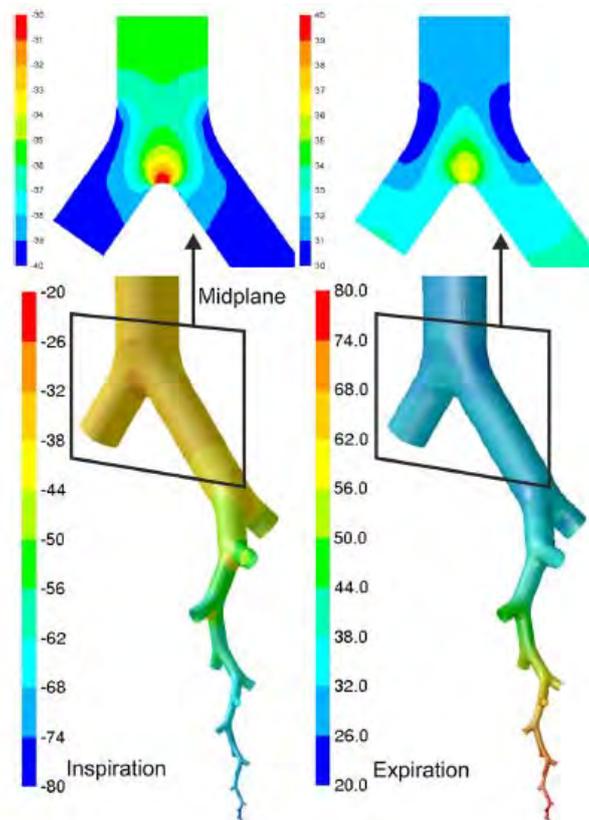
Figura 3. Líneas de corriente (arriba) y campo de velocidad (abajo) en el plano central de una bifurcación.



*Título de la ponencia*

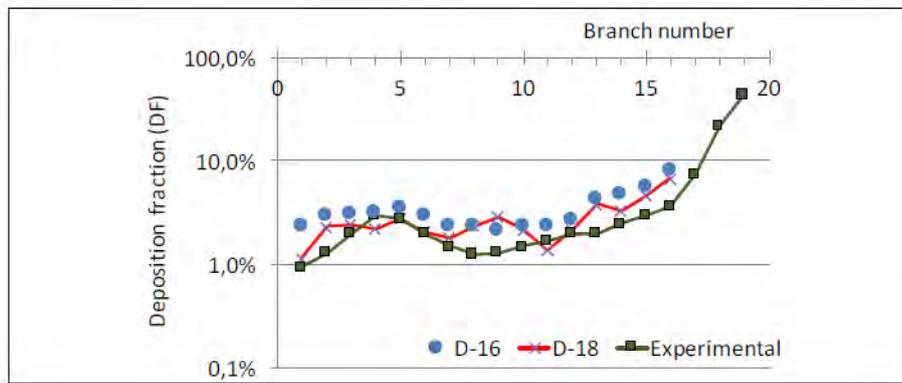
Además, es muy destacable el diferente comportamiento de los procesos de inspiración y espiración. Dichas diferencias se pueden mostrar a través de los contornos de presión estática (Figura 5).

**Figura 4. Contornos de presión estática (Pa) en plano central y sobre la superficie pulmonar durante la inspiración y la espiración.**



Finalmente, uno de los aspectos más interesantes y por los que se le dedicará gran tiempo de estudio a las simulaciones de las vías aéreas humanas es la deposición de partículas. Este aspecto es de gran utilidad a la hora de diseñar inhaladores y distintas terapias de tratamiento. En estas tareas, la simulación resulta fundamental debido a la gran complejidad y dificultad de las medidas experimentales (Figura 6).

Figura 5. Depósito de partículas.



El material docente creado será presentado en el campus virtual y además, los alumnos recibirán una clase presencial con parte del mismo, de este modo se pretende fomentar el autoaprendizaje. Se debe resaltar que los alumnos adquirirán tanto conocimientos sobre los procesos biológicos presentados como sobre el análisis de cálculos CFD. Por último, una vez terminada la tarea de revisión de la información por parte de los alumnos, éstos deberán realizar dos cuestionarios independientes. Por un lado, un primer test de conocimientos adquiridos y en segundo lugar, una encuesta de satisfacción sobre la actividad, de modo que se pueda medir el rendimiento logrado por el presente proyecto de innovación.

### 3. Objetivos y competencias

El primer objetivo del proyecto es la creación de nuevo material docente sobre el flujo de aire en las vías aéreas humanas a partir de simulaciones CFD. El material desarrollado se mostrará posteriormente a los alumnos de forma que puedan conocer los flujos biológicos pulmonares tanto desde el punto de vista fluidodinámico como morfológico y anatómico. Con ello, se les instruirá en la complejidad del fenómeno y la dificultad de visualización debido a la geometría tridimensional. Además, desde el punto de vista de las simulaciones fluidodinámicas, se busca que desarrollen las capacidad de análisis de resultados, incluyendo tanto la interpretación de datos 3D complejos (trayectorias, velocidades, deposición de partículas, etc.) como la revisión crítica de dichos resultados.

Las competencias que se espera que adquieran los alumnos con la presente propuesta son:

- Competencias genéricas:
- Análisis, síntesis y gestión de información. Manejo de ordenadores y programas CFD.

*Título de la ponencia*

- Trabajo y aprendizaje autónomos. Habilidades interpersonales en el trabajo en equipo.
- Capacidad (auto)crítica. Preocupación por la calidad. Capacidad para resolver problemas reales.
- Competencias específicas:
  - Cognitivas: Aumento del conocimiento
  - Instrumentales: Redacción e interpretación de documentación técnica. Desarrollo de habilidades y técnicas para la adquisición y análisis de información. Desarrollo de la capacidad para interpretar y analizar datos y resultados.
  - Actitudinales: Promover el desarrollo del análisis y espíritu crítico. Fomentar el diálogo, la tolerancia y el trabajo en equipo. Fomentar los valores éticos relacionados con la profesión. Inculcar la necesidad del aprendizaje permanente. Aprender a aprender.

#### 4. Indicadores y método de evaluación

La propuesta de indicadores para su evaluación se encuentra recogida en la Tabla 1, indicando los rangos de adecuación de cada tarea. Se pretende realizar un test que incluya dos partes. Por un lado, una evaluación de los conocimientos adquiridos (tanto sobre los flujos biológicos como sobre el análisis de resultados CFD) y una segunda parte que evalúe el grado de satisfacción de los alumnos con las nuevas actividades. Además, puesto que se pretende fomentar tanto el autoaprendizaje como el uso del campus virtual, se considerará también el número de visitas que se hagan al nuevo material docente colgado en la plataforma digital.

**Tabla 1. Indicadores de evaluación propuestos.**

Nº	Indicador	Modo de evaluación	Rangos
1	Aprovechamiento en el Aula. Porcentaje de alumnos que obtengan una calificación igual o superior a 5 puntos.	Nota de un test sobre los contenidos que serán expuestos en una sesión de teoría	Menor de 50%: bajo. Entre 50 y 70%: aceptable. Mayor de 70%: bueno
2	Valor del contador del número de entradas en el espacio del Campus virtual destinado a la visualización de los documentos.	Valor medio del número de entradas por alumno. Promediado con el valor medio de entradas en otras actividades.	Menor que 1: bajo. Igual o mayor que 1: bueno

Nº	Indicador	Modo de evaluación	Rangos
3	Grado de satisfacción del alumno. Porcentaje de alumnos que valoran las nuevas actividades con la calificación de 7 o superior	Calificación obtenida en un test sobre el grado de acuerdo o desacuerdo de los alumnos con la metodología docente	Menor de 40%: bajo. Entre 40 y 60%: aceptable. Mayor de 60%: bueno

En las Tablas 2 y 3, se muestran las propuestas preliminares para los dos test del proyecto. Como aliciente, está previsto que la correcta realización del test de contenidos otorgará una puntuación extra de 0.25 puntos a la nota del alumno.

**Tabla 2. Materias a cubrir en el test de contenidos.**

<b>Aprovechamiento en el aula. Desarrollado en preguntas tipo test con respuesta múltiple.</b>
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Fisiología respiratoria (elemental)</li> <li>2. Características del flujo en los pulmones</li> <li>3. Desarrollo de modelos numéricos: geometría, mallados, ecuaciones, parámetros de resolución, condiciones de contorno</li> <li>4. Cálculo de trayectorias y deposición de partículas</li> <li>5. Representación gráfica de los resultados</li> <li>6. Análisis cualitativos y cuantitativos</li> <li>7. Valoración crítica de los resultados. Indicios de error y validez</li> </ol>

**Tabla 3. Ejemplo de preguntas del test acerca del grado de satisfacción del alumno.**

<b>Grado de satisfacción del alumno</b>
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. ¿El nivel de dificultad es correcto?</li> <li>2. ¿Consideras excesivo el tiempo empleado en esta actividad?</li> <li>3. ¿Estás satisfecho con la puntuación extra?</li> <li>4. ¿Encuentras útil la formación extra recibida?</li> <li>5. El material presentado en la sesión presencial, ¿es adecuado?</li> <li>6. El material disponible en el Campus Virtual, ¿es adecuado?</li> <li>7. ¿Tu percepción sobre mecánica de fluidos ha cambiado? ¿Te interesa más?</li> <li>8. ¿Te gustaría extender esta actividad a una práctica de simulación?</li> <li>9. ¿Te gustaría profundizar en algún otro tema de bioingeniería?</li> <li>10. En general, ¿consideras la actividad positiva?</li> </ol>

## **5. Conclusiones y trabajos futuros**

Al finalizar el proyecto se espera disponer de nuevo material docente sobre flujos biológicos y que el alumno sepa identificar algunas características fundamentales del flujo en los pulmones y del proceso de deposición de partículas, así como interpretar de forma crítica los resultados proporcionados por programas de cálculo numérico.

Siempre y cuando los resultados obtenidos con el proyecto sean satisfactorios, la primera medida a adoptar sería extender la actividad a todos los alumnos de la asignatura. Así mismo, se contempla la posibilidad de realizar una práctica de cálculo numérico sobre el flujo de aire en las vías aéreas humanas y trabajar de forma práctica los conceptos teóricos.

## **Referencias**

- ANSYS Fluent Version 6.3.26.©ANSYS Inc. 2006.
- ANSYS Gambit Version 2.4.6.©ANSYS Inc. 2006.
- Halloun I. A., Hestenes, D. (1985). "The initial knowledge state of college physics students". *Am. J. Phys.* 53, 1043-1056.
- Lombardi, Marilyn M (2007). "Authentic learning for the 21st century: An overview". En: *Educause learning initiative 1*. 2007, 1-12.
- McKeachie, W. J. (2006). "Teaching Large Classes (You Can Still Get Active Learning!)" Chapter 19 in *Teaching Tips*, 12th edition. Lexington, Mass: Heath, 2006.
- Stanly, C., Porter, M. E. (2002). "Engaging Large Classes: Strategies and Techniques for College Faculty". Onker Publishing.



## Aprendizaje activo y Cooperativo en el Area de Informática Industrial

Jose Manuel Lopez-Guede<sup>a,1</sup>, Jose Antonio Ramos-Hernanz<sup>a,2</sup>, Estibaliz Apiñaniz-Fernandez de Larrinoa<sup>a,3</sup>, Amaia Mesanza-Moraza<sup>a,4</sup>, Ruperta Delgado<sup>a,5</sup>

<sup>a</sup>Escuela de Ingeniería de Vitoria-Gasteiz. Universidad del País Vasco (UPV/EHU). C/Nieves Cano 12, 01006 Vitoria-Gasteiz (España). <sup>1</sup>jm.lopez@ehu.es, <sup>2</sup>josean.ramos@ehu.es, <sup>3</sup>estibaliz.apinaniz@ehu.es, <sup>4</sup>amaia.mesanza@ehu.es, <sup>5</sup>rupe.r.delgado@ehu.es

---

### **Abstract**

*This paper describes an educational experiment carried out by an Educational Innovation Project (EIP), developed in the field of Industrial Informatics during the biennium 2011/2013 in the University College of Engineering of Vitoria-Gasteiz, University of the Basque Country (UPV/EHU). In this paper the situation and specific problems that occurred in the field of Industrial Informatics in the EUI de Vitoria-Gasteiz are described. It was proposed to rectify the situation using active learning methods, specifically by intragroup (between members of the same group) and intergroup (between members of different groups) cooperative learning for the elaboration of a common and global project. The paper includes the details of the design of the proposed innovation carried out, and the designed assessment, the rubrics used to do it and the steps taken for the implementation in each of the two years of implementation. The results have been successful in the academic field, the specific and generic competences have been achieved and even from the point of view of the evaluation of teachers by students, concluding the authors that this type of techniques is useful to address the problems that were detected in the subject.*

**Keywords:** Active Learning, Cooperative Learning, Educational Innovation Project, Intragroup, Intergroup, Faculty of Engineering of Vitoria-Gasteiz

---

### **Resumen**

*En este artículo se relata una experiencia docente llevada a cabo mediante un Proyecto de Innovación Educativa (PIE), desarrollado en el área de la Informática Industrial durante el bienio 2011/2013 en la Escuela de Ingeniería de Vitoria-Gasteiz, de la Universidad del País Vasco (UPV/EHU). En este trabajo se describe la situación y problemática concreta que se daba en el área de la Informática Industrial en la EUI de Vitoria-Gasteiz. Se propuso reconducir la situación mediante la utilización de metodologías activas de aprendizaje, más concretamente mediante el aprendizaje cooperativo intragrupal (entre miembros de un mismo grupo) e intergrupalo (entre miembros de distintos grupos) para la elaboración de un proyecto común y global. En el artículo se recoge en detalle el diseño de la propuesta de innovación llevada a cabo, así como la evaluación diseñada, las rúbricas utilizadas para ello y los pasos seguidos para su implementación en cada uno de los dos años de ejecución. Los resultados alcanzados han sido exitosos en el ámbito académico, de logro de competencias específicas y transversales e incluso desde el punto de vista de la valoración del profesorado por parte del alumnado, concluyendo los autores que éste tipo de técnicas es útil para abordar los problemas que fueron detectados en el ámbito de la asignatura.*

**Palabras clave:** *Aprendizaje Activo, Aprendizaje Cooperativo, Intragrupalo, Intergrupalo, Escuela de Ingeniería de Vitoria-Gasteiz.*

### **Introducción**

En el presente artículo se va a exponer el trabajo desarrollado durante una experiencia de innovación educativa llevada a cabo en el marco de una convocatoria de Proyectos de Innovación Educativa (PIE) realizada por el Servicio de Asesoramiento Educativo, del Vicerrectorado de Estudios de Grado e Innovación de la Universidad del País Vasco (UPV/EHU) en su convocatoria 2011/2013. Dicha experiencia fue llevada a cabo en la Escuela de Ingeniería del Vitoria-Gasteiz, de la Universidad del País Vasco (UPV/EHU).

El resto del artículo se estructura tal y como sigue. Tras la sección de Introducción, se presentan los trabajos previos realizados en este sentido en la sección 2 y los objetivos del presente trabajo en la sección 3. La sección 4 presenta la propuesta de innovación llevada a cabo, indicando qué aspectos se abordan en ella, y ofreciendo el detalle de su diseño basado en el aprendizaje cooperativo intragrupal e intergrupalo y la secuencia de pasos dados para ello. En la sección 5 se recoge una clasificación de los exitosos resultados obtenidos, agrupándolos según su tipología. Finalmente, la sección 6 recoge nuestras conclusiones y apunta prometedoras líneas de trabajo futuro.

## **Trabajos previos**

El punto de arranque de la iniciativa de innovación educativa fue la constatación por parte de uno de los autores de que los alumnos de la asignatura Informática Industrial presentaban serias carencias a la hora de realizar tareas de programación con ordenadores. Esa asignatura era troncal de tercer curso de la titulación de Ingeniería Técnica Industrial, especialidad de Electrónica Industrial de la Escuela de Ingeniería de Vitoria-Gasteiz (UPV/EHU). Ese profesor llevaba los siete últimos años impartiendo la citada asignatura, y había constatado que año tras año tenía que invertir una parte relevante del tiempo de la asignatura en repasar y asentar conocimientos que en teoría ya tenían que estar afianzados.

Es decir, era una circunstancia que se daba siempre, y tras un detenido análisis, se llegó a la conclusión de que las principales causas eran las siguientes:

- En el plan de estudios de la citada titulación, el único contacto que ha tenido el alumnado con cuestiones relativas a la programación de ordenadores como tal, es en el primer curso de la carrera. Teniendo en cuenta que el área de Informática Industrial se trata en el tercer y último curso, hay relativamente gran distancia temporal entre cuando se adquieren los conocimientos y cuando se vuelven a utilizar.
- La situación se agrava porque de media suelen utilizar uno o dos años más de los reflejados en el plan de estudios para llegar a tercero, por lo que pueden haber pasado cuatro o cinco años naturales entre ambos momentos.
- Tampoco existe una gran carga lectiva en el primer curso relativa a la programación de ordenadores: sólo se ocupa la asignatura Fundamentos de Informática, de 6 créditos.
- Suele ser típico que todos los cursos haya varios alumnos que han venido de otras escuelas de ingenieros incluso de otras universidades, por lo que se trabaja con alumnado con distinta base en programación.

Por último, existía una razón de peso que no tiene que ver con los análisis de situaciones pasadas, sino que con el de futuras: en el nuevo plan de estudios de Grado en Ingeniería Electrónica Industrial y Automática se repite la estructura y secuencia de cursos y asignaturas en lo que al área de Informática Industrial se refiere, agravándose más si cabe por el hecho de que la asignatura de Ampliación de Informática Industrial no está en tercer curso, sino que en cuarto. Por ello la distancia temporal entre la adquisición de conocimientos y su utilización será aún mayor que en el plan de estudios anterior. Por ello, todo el trabajo realizado en el ámbito el plan de estudios a extinguir repercutirá positivamente en el nuevo grado.

Para reconducir esta situación se optó por utilizar una metodología basada en el aprendizaje activo y cooperativo. Aprendizaje Activo es una amplia filosofía de aprendizaje que agrupa varios métodos, todos ellos basados en la responsabilidad y la participación de los alumnos en su aprendizaje (Bonwell, C. y Eison, J., 1991), (Felder, R.M. y Brent, R., 2009), (Fiol Roig G., 2016) y (Sánchez Ramos et al., 2016). Uno de ellos, llamado aprendizaje cooperativo, es un paradigma en el que las actividades de aprendizaje se planifican buscando la interdependencia positiva de los alumnos (Felder, R.M. y Brent, R., 1994) y (Felder, R.M. y Brent, R., 2001). Más concretamente, se realizó una implementación basada en aprendizaje cooperativo intragrupal e intergrupala, dándose de ese modo dos ámbitos distintos en los que el aprendizaje cooperativo tiene lugar (dentro de un grupo de trabajo y entre distintos grupos de trabajo).

## **Objetivos**

Los objetivos de la innovación planteados en la experiencia llevada a cabo pueden ser deducidos de lo expuesto hasta ahora. Éstos se resumen en los siguientes puntos:

- Al inicio de esta sección de Introducción se describían una serie de inercias adquiridas por el profesorado, consistentes en la concepción de una enseñanza donde el propio profesorado es el centro del proceso. Uno de los objetivos principales es romper esa dinámica.
- Fruto de esas dinámicas se generan otras en el alumnado, consistentes en que éste se convierte en un demandante de ese mismo tipo de enseñanza, donde el alumnado desempeña un papel pasivo. Por ello, otro objetivo es presentarle al alumnado otra forma de concebir el proceso de aprendizaje y enseñanza, confiriéndoles un papel mucho más activo, de modo que lo anómalo o extraño sea el no utilizar las metodologías activas de aprendizaje.
- La inclusión de profesorado de varios departamentos también es un objetivo. De este modo se consigue un punto de ruptura en la titulación donde se hace la implantación a la vez se pueden conseguir en otras donde el profesorado de varios departamentos participe.
- Otro objetivo es el favorecer el autoaprendizaje por parte del alumnado. La idea a transmitir es que en la vida real es el propio alumnado quien va a tener que tomar la iniciativa y preocuparse de autoformarse.
- Lo más obvio es asociar la idea de metodologías activas de aprendizaje con los nuevos grados y el EEES. Sin embargo, se planteó como objetivo el realizar la implantación en un plan de estudios de Ingeniería Técnica Industrial a extinguir, dado que se consideró

que era oportuno que las últimas promociones de Ingeniería Técnica Industrial conocieran las metodologías activas de aprendizaje.

- Como consecuencia de lo anterior, y desde un punto de vista más investigador, el equipo de profesores quería indagar cómo sería una experiencia de implantación de un proyecto de metodologías activas con un alumnado que nunca había tenido experiencia con las mismas, por lo que también se consideró este aspecto como un objetivo.
- Finalmente, por parte del profesorado existía el deseo de realizar una implantación de metodologías activas de aprendizaje en una asignatura real, más allá de las acciones de formación que suelen quedar en un plano teórico.

### **Propuesta de Innovación**

En esta sección se van a recoger las características de la propuesta de innovación que se desarrolló como consecuencia del PIE implantado en el área de Informática Industrial en dos asignaturas distintas, de las que uno de los miembros del equipo docente del proyecto es profesor en la Escuela de Ingeniería de Vitoria-Gasteiz (UPV/EHU). Esta área tiene su reflejo en la titulación de Grado en Ingeniería Electrónica Industrial y Automática y en la titulación a extinguir de Ingeniería Técnica Industrial, especialidad de Electrónica Industrial.

Cuando se diseñó la propuesta de innovación se tuvo en cuenta que deberían abordar los siguientes aspectos:

- Aprendizaje Basado en Proyectos: ya que los proyectos en pequeño grupo deberían ser el vehículo a través del que se realizaría el aprendizaje.
- Comunicación, trabajo en equipo, emprendizaje: ya que los alumnos tendrían que trabajar de un modo proactivo y con gran emprendizaje, ya que deberían dar el paso de entrar en contacto con profesores a los que no conocían porque nunca les han dado clase para llevar a cabo el trabajo que se encomendará a cada grupo. Por ello, tendrían que cultivar la comunicación con otros profesores, pero también con los otros grupos, ya que los distintos proyectos que se ejecutarán estarán interrelacionados y finalmente, tendrán que encajar en otro de mayor entidad.
- Aprendizaje autónomo del alumnado: ya que se configuraría un servidor con los recursos electrónicos (TICs) que cada grupo iría generando en su proyecto, haciéndolos visibles al resto de grupos ya que todos ellos se tendrán que fusionar cuando estén finalizados y validados.

- Desarrollo curricular: dado que se haría un especial énfasis en la utilización de la tutoría, sobre todo con los profesores del equipo docente que no son los habituales de las asignaturas sobre las que se ha implementado el proyecto de innovación educativa.

El equipo docente implicado era multidisciplinar en tanto en cuanto pertenecía a distintos departamentos con distintas áreas de dominio técnico, todas ellas necesarias para la correcta consecución de los proyectos que se tendrían que desarrollar:

- Dpto. de Ingeniería de Sistemas y Automática: al mismo corresponde el área de la Informática Industrial.
- Dpto. de Lenguajes y Sistemas Informáticos: se ocupa del área de la programación y la utilización de herramientas informáticas.
- Dpto. de Electrónica y Telecomunicaciones: se dedica al área de la electrónica digital y analógica.
- Dpto. de Organización de Empresas: especialista en el área de la organización de recursos y de personas.
- Dpto. de Ciencias de la Computación en Inteligencia Artificial: para aspectos del área de la inteligencia artificial.

Para el diseño de la propuesta de innovación se parte de la base de que el número de alumnos de la asignatura es relativamente pequeño (unos 20 alumnos) dadas las matriculas de los últimos años.

Se pretende que los alumnos tengan una doble interacción: por una parte nunca han tenido contacto con los profesores participantes de los departamentos de Lenguajes y Sistemas Informáticos, de Electrónica y Telecomunicaciones, de Organización de Empresas y de Ciencias de la Computación en Inteligencia Artificial, lo que les exigirá interaccionar con personas desconocidas en un ámbito técnico, de igual manera que les ocurrirá en su futura vida profesional. Por otra parte, tendrán que interaccionar con otros alumnos, algunos de su mismo grupo y otros de otros grupos.

El mecanismo básico para la interacción con ese profesorado sería el de la tutoría, ya que dichos profesores no estarán presentes a lo largo del desarrollo de las clases tanto teóricas como prácticas en sus sesiones ordinarias.

Para concretar la propuesta de innovación, podemos decir que la idea básica consistió en hacer una división en cuatro grupos de todo el alumnado, una vez constatada la matrícula existente en la asignatura. Cada uno de los grupos recibió el encargo de realizar un proyecto con cierto material que se le suministró, con enunciados totalmente distintos (todos ellos enmarcados en el área de Informática Industrial). Todos ellos recibieron una explicación básica del encargo recibido por todos los grupos, ya que finalmente existían ciertas depen-

dencias entre ellos y todo debía encajar en un proyecto final de mayor entidad. Esto les exigió trabajar la coordinación y comunicación tanto intragrupal (dentro de cada grupo) como intergrupala (entre grupos).

A continuación se ofrece una breve explicación de cada uno de los trabajos diseñados en exclusiva para cada grupo, todos ellos centrados en el trabajo con robots autónomos SR1, de pequeño tamaño y bajo coste:

- El primero de los trabajos tenía que ver con la monitorización del estado del robot SR1.
- El segundo trabajo se encargaba de diseñar un algoritmo de control de modo genérico, implementable en cualquier dispositivo.
- El tercer trabajo tenía que ver con la realización de un API (Application Program Interface) para el robot SR1, de modo que la implementación del algoritmo de control genérico diseñado en el segundo trabajo (o cualquier otro esquema de control) fuese trivial.
- El cuarto y último trabajo se encargaba de la implementación de un protocolo de comunicaciones para la interacción entre un ordenador central de control y el robot SR1 por medio un modem de radiofrecuencia.

Una vez realizado el diseño, la evaluación se planificó para ser realizada de modo continuo en el tiempo teniendo en cuenta tres factores:

- La interacción efectiva que ha habido con los profesores de los departamentos de Lenguajes y Sistemas Informáticos, de Electrónica y Telecomunicaciones, de Organización de Empresas y Ciencias de la Computación e Inteligencia Artificial (acción tutorial).
- La interacción y resultados obtenidos a nivel intragrupo (entre los miembros del mismo grupo)
- La interacción y resultados obtenidos a nivel intergrupo (entre los miembros de distintos grupos).

Con respecto a la implementación y su temporización, ésta se ejecutó tal y como se planificó. Dadas las fechas de la convocatoria y de la concesión del PIE por parte del Servicio de Asesoramiento Educativo (Vicerrectorado de Estudios de Grado e Innovación de la UPV/EHU), se llevó a cabo la idea inicial de realizar una primera aproximación en el segundo cuatrimestre del curso 2011/2012 en la asignatura de Informática Industrial. Tras haber realizado una reflexión y haber analizado los resultados a lo largo del primer cuatrimestre del curso 2012/2013, se volvió a hacer otra implementación en el segundo cuatrimestre del curso 2012/2013 en la asignatura de Ampliación de Informática Industrial, abarcando de este modo no sólo una asignatura, sino que una rama de conocimiento compuesta por dos asignaturas que está presente en dos titulaciones distintas.

Por lo tanto, y siendo más precisos, en realidad el trabajo de campo se ha llevado a cabo a lo largo de los segundos cuatrimestres de los cursos 2011/2012 y 2012/2013, aunque a lo largo del primer cuatrimestre del curso 2012/2013 también ha habido trabajo de análisis y síntesis de las experiencias llevadas a cabo en el segundo cuatrimestre del curso 2011/2012.

El ciclo de trabajo de campo (aula) básico llevado a cabo en las dos ocasiones se concreta mediante los siguientes pasos:

1. En primer lugar se explicó la nueva metodología de trabajo al alumnado, y se llevó a cabo la conformación de los grupos de trabajo dentro de la asignatura de Informática Industrial. Esta labor fue llevada a cabo por el profesor de la asignatura.
2. En segundo lugar, se llevó a cabo una explicación de los cuatro proyectos (todos diferentes entre sí) para facilitar la elección del proyecto a desarrollar por cada grupo. Tras dichas explicaciones se repartieron los trabajos a realizar.
3. Seguidamente, y de un modo continuo se llevó a cabo una persistente monitorización del trabajo del alumnado, colaborativo e interdependiente dentro de cada grupo y entre los grupos, ya que finalmente todos los entregables deberían encajar en un producto final. En el desarrollo de esta etapa, sin duda la que compone el grueso del proyecto de innovación, contó con la labor del resto de miembros del equipo docente participante en el PIE.
4. A continuación se llevaron a cabo unas pruebas unitarias por parte del profesor encargado de la asignatura acerca de la validez técnica de la solución propuesta por cada uno de los grupos sobre la tarea que les fue encargada. Este paso fue más bien protocolario, ya que al estar realizando una monitorización persistente ya se conocía de antemano las soluciones aportadas.
5. Una vez validadas todas las soluciones, se realizaron unas sesiones expositivas, de dos horas de duración por cada grupo de trabajo, en las que se explicó en detalle las fuentes de información consultadas, así como la solución técnica aportada a su problema concreto.
6. Con un conocimiento más o menos profundo de los distintos trabajos por parte de todo el alumnado, se dedicó una sesión a explicar por parte del profesor encargado de la asignatura cómo sería el encaje de cada uno de los proyectos de cada grupo en otro de mucho mayor envergadura, de modo que quedasen aun más claros los motivos de las especificaciones aportadas inicialmente a cada uno de los grupos.
7. Por último, y también por parte del profesor encargado de la asignatura, se plasmó una calificación a cada uno de los trabajos en base a la evaluación continua cuyo diseño se ha mostrado anteriormente. La puntuación se moduló para cada alumno gracias a una ponderación surgida de una evaluación intragrupal realizada por to-

dos los miembros de cada grupo, en la que cada estudiante ponderaba el trabajo realizado por cada uno de los miembros.

## **Resultados**

En esta sección se recogen distintas tipologías de resultados alcanzados y cuantificados a lo largo de la implantación de la experiencia de innovación docente llevada a cabo. La subsección 3.1 recoge los resultados estrictamente académicos y aquellos relacionados con las competencias transversales. La subsección 3.2 muestra los resultados arrojados por las encuestas que rellena el alumnado al finalizar cada cuatrimestre de forma anónima.

### ***Resultados Académicos y Transversales***

Sin duda el primer y más importante resultado o producto de las innovaciones llevadas a cabo es el aprendizaje realizado de modo autónomo por el alumnado participante, en lo referente a las competencias específicas de la materia como a las competencias transversales que han adquirido, obviamente en distintas gradaciones, como son el trabajo autónomo, la capacidad de auto-aprendizaje, el trabajo en grupo, la comunicación oral y la comunicación escrita. Existe una certeza absoluta acerca del hecho de que todos los conocimientos y destrezas han sido obtenidos de modo autónomo por parte del alumnado, debido a que el profesorado sólo impartió indicaciones para dirigir el trabajo en momentos puntuales de bloqueo, en ningún momento se aportó más información de tipo técnico ni organizativo.

Otro resultado importante que está para quedarse, es decir, trasciende los límites de esta implantación, es la movilización llevada a cabo en el equipo docente que se formó para el PIE que sirvió de vehículo para la innovación docente. De este modo se ha conseguido que varios docentes visualicen en vivo y en directo el proceso de aprendizaje mediante metodologías activas. A nuestro modo de ver, también hemos aprendido haciendo, ya que una cosa son los cursos de formación a los que se pueda asistir, y otra son las implementaciones reales. Se ha visto que era factible y los positivos resultados alcanzados, lo que sin duda animará a futuras iniciativas.

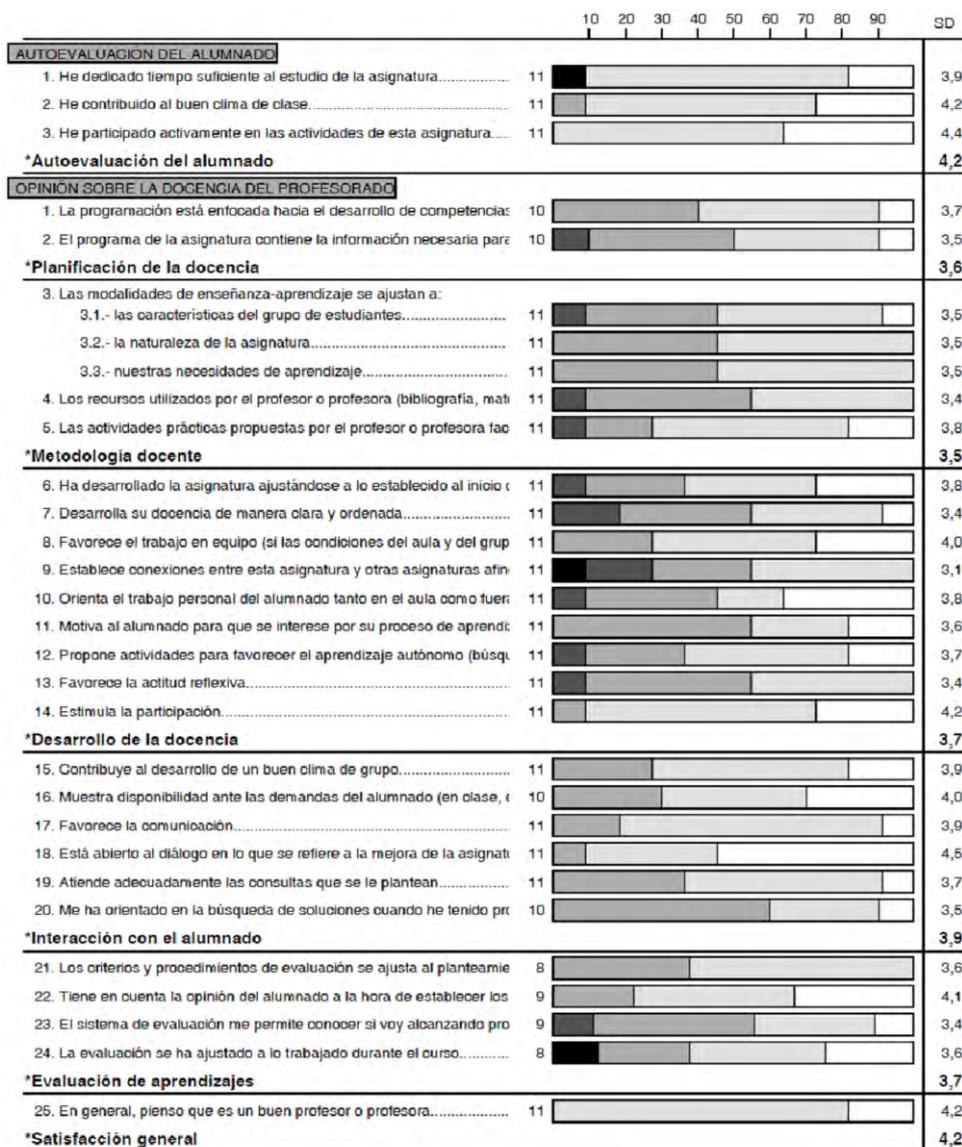
En cuanto a los resultados académicos alcanzados, en su sentido más estricto, han sido más que satisfactorios en los dos cursos en los que se ha desarrollado el PIE, habida cuenta que por primera vez se ha realizado la evaluación teniendo en cuenta las competencias transversales. Para ayudar al alumnado en este sentido se han utilizado rúbricas para la evaluación de trabajos escritos (Universidad Nacional Autónoma de México. Coordinación de Actualización Docente. (20xx)), de presentaciones orales (Rubio López, J. (20xx)) y del trabajo grupal (Rúbrica de soporte para reflexión grupal (20xx)). El porcentaje de aprobados fue del 100% en los dos cursos en lo que se realizó la implantación, debido a que las tareas encomendadas a cada grupo fueron realizadas exitosamente pasando pruebas unitarias, y a

que los resultados de todas ellas encajaron perfectamente en un proyecto de mayor envergadura que comprendía las tareas desarrolladas por todos los grupos de trabajo.

**Encuestas al Alumnado**

Otro resultado, pero en este caso valorando no al proceso ni a la metodología de modo

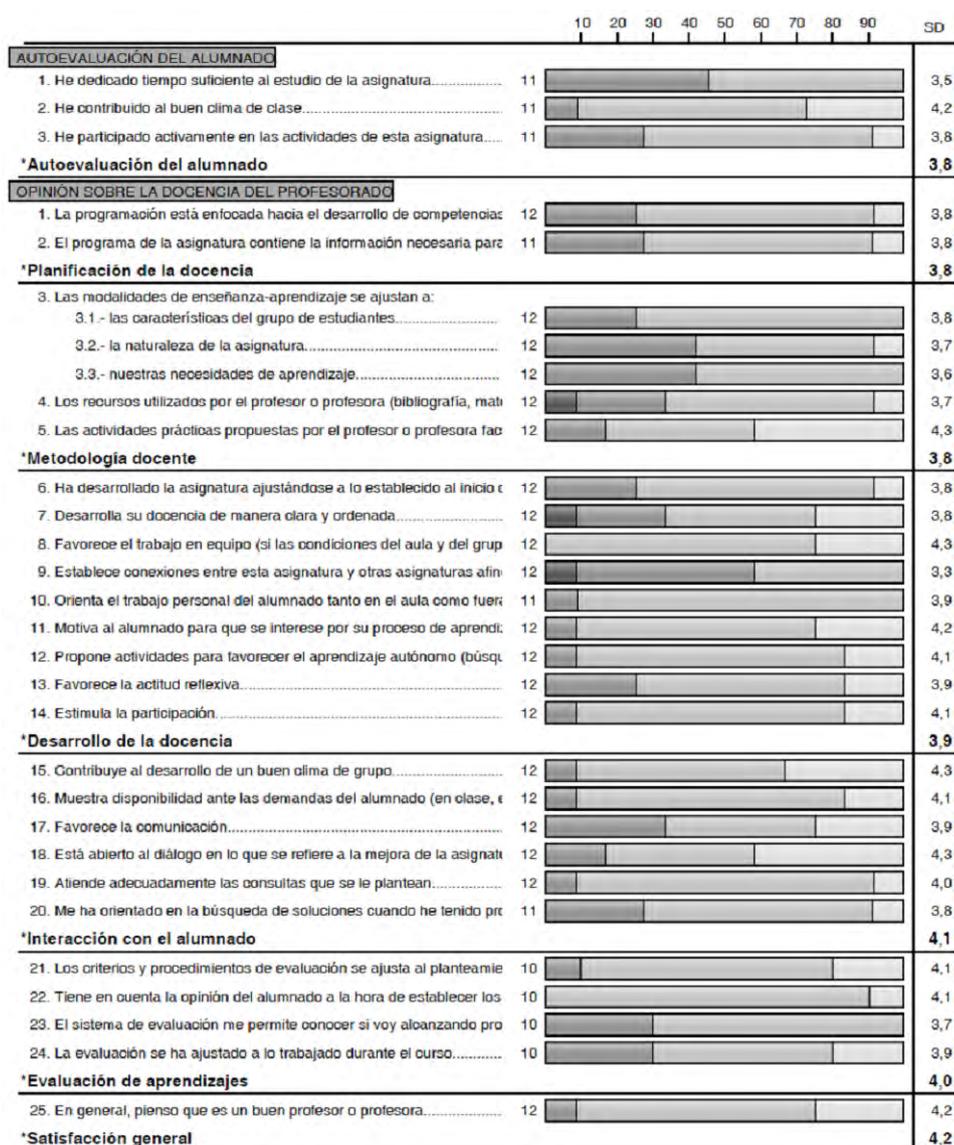
**Figura 1 Resultado en la primera aplicación del proyecto (curso 2011/2012)**



explícito, sino que al profesorado, son las puntuaciones obtenidas en las encuestas que rellena el alumnado de modo anónimo a la finalización de la asignatura, pero antes del periodo de exámenes.

En la Figura 1 se muestra los resultados obtenidos en el primer ciclo de aplicación del proyecto, mientras que en el Figura 2 los correspondientes al segundo ciclo de aplicación. A

**Figura 2 Resultado en la segunda aplicación del proyecto (curso 2012/2013)**



pesar de que en el nivel general de satisfacción permanece alto en ambas (4.2 sobre 5), en todos y cada uno de los apartados de la encuesta se mejora de la primera a la segunda aplicación, exceptuando el primero de ellos (Autoevaluación del Alumnado), que en realidad consiste en una autoevaluación por parte del alumnado del tiempo y dedicación prestados a la asignatura. Es decir, pasaron a ser más autocríticos consigo mismos a la par que valoran como mejor la acción del profesorado.

## **Conclusiones**

En este artículo se ha recogido el trabajo de innovación docente llevado a cabo en el marco de un proyecto de innovación educativa (PIE) desarrollado a raíz de una convocatoria del Servicio de Asesoramiento Educativo (SAE) del Vicerrectorado de Estudios de Grado e Innovación de la Universidad del País Vasco (UPV/EHU), en su bienio 2011/2013.

En el artículo se ha recogido la motivación del citado proyecto, los antecedentes de los que se parte, los objetivos de la innovación, el diseño y metodología seguidas. Dado que el proyecto ya ha terminado en el momento de la redacción del presente artículo, también se han incluido detalles acerca del proceso seguido y de los resultados obtenidos entendidos éstos en su sentido más amplio y genérico, mostrando que su implementación ha sido exitosa y ventajosa para el alumnado, para el profesorado y para la institución como tal.

## **Referencias**

- Bonwell C., Eison J. (1991). *Active learning: Creating excitement in the classroom*. Aehe-Eric higher education report no. 1.
- Felder R. M., Brent R. (2009). *Active learning: An introduction*. ASQ Higher Education Brief, 2(4), pp. 1–5.
- Felder R. M., Brent R. (1994). *Cooperative learning in technical courses: Procedures, pitfalls and payoffs*.
- Felder R. M., Brent R. (2001). *Effective strategies for cooperative learning*. Journal of Cooperation & Collaboration in College Teaching, 10(2). pp. 69–75.
- Fiol Roig G. (2016). *Retos del profesor en la motivación de los alumnos a través de estrategias de aprendizaje activo*. 24 Congreso Universitario de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas (CUIEET), Puerto Real, Cádiz, 21-23 de Septiembre de 2016
- Sánchez Ramos J., Rincón Casado A., Romero Rodríguez L., Catalán Alarcón A., Sánchez de la Flor F. C. (2016). *Aprendizaje activo mediante experimentación con herramientas CFD de aerodinámica y combustión*. 24 Congreso Universitario de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas (CUIEET), Puerto Real, Cádiz, 21-23 de Septiembre de 2016



## Aprender en el contexto de la empresa

**Pilar de Tiedra<sup>a</sup>, Óscar Martín<sup>b</sup>, Manuel San Juan<sup>c</sup> y Francisco J. Santos<sup>d</sup>**

<sup>a</sup>Universidad de Valladolid – Área de Ciencia de Materiales e Ingeniería Metalúrgica – Escuela de Ingenierías Industriales (Pso del Cauce,59 – 47011 –Valladolid) - [tiedra@eii.uva.es](mailto:tiedra@eii.uva.es) , <sup>b</sup>Universidad de Valladolid – Área de Ingeniería de los Procesos de Fabricación (IPF) – [oml@eii.uva.es](mailto:oml@eii.uva.es) - <sup>c</sup>Universidad de Valladolid – Área de IPF – [mansan@eii.uva.es](mailto:mansan@eii.uva.es) - <sup>d</sup>Universidad de Valladolid – Área de IPF- [frasan@eii.uva.es](mailto:frasan@eii.uva.es)

---

### **Abstract**

*In the present work, the information generated in a conference organized by the Automotive Cluster of Castilla y León is used as a starting point for teaching practice. In this conference, the competitive advantages offered by additive manufacturing in the automotive industry are addressed. Once that the potential needs, common to the automotive industry, are identified, it must be raised the necessity of developing a methodology for taking to the lecture room the study of additive manufacturing with metallic materials, integrating it into two subjects of the Mechanical Engineering Degree. Both subjects are taught in the second semester of the third course: Manufacturing Processes I and Materials Engineering. We consider that we have the appropriate scenario, professors from both knowledge areas perfectly coordinated to deal with, from both subjects, a topic of current technological interest. The aim is to interrelate the variables of manufacturing processes with the structural changes generates in the material and, in this way, to optimize the in-service behaviour of the finished part. We combine contents from both disciplines and we transmit them to the student with a global and interdisciplinary approach. This will allow us to establish a higher connection between the contents, present them in a more coherent way and analyze the reciprocal influences.*

**Keywords:** *Interdisciplinarity, Mechanical Engineering, Cluster, Additive Manufacturing.*

---

### **Resumen**

*En el presente trabajo se utiliza la información generada en una jornada que organiza el Clúster de Automoción de Castilla y León como punto de partida de la práctica docente. En ella se abordan las ventajas competitivas que ofrece la fabricación aditiva en la industria de automoción. Identificadas las necesidades potenciales comunes a la industria de la automoción, se plantea la necesidad de poner a punto una metodología que nos permita llevar a las aulas el estudio de la fabricación aditiva con materiales metálicos, integrándola en dos asignaturas del grado de Ingeniería mecánica. Ambas asignaturas son impartidas en el segundo cuatrimestre del tercer curso: Procesos de Fabricación I e Ingeniería de Materiales. Consideramos que contamos con el escenario adecuado, profesores de ambas áreas de conocimiento perfectamente coordinados para tratar, desde ambas asignaturas, un tema de interés tecnológico actual. Se trata de interrelacionar las variables de los procesos de fabricación con los cambios estructurales que estas generan en el material y, de esta forma, optimizar el comportamiento en servicio de la pieza acabada. Aunamos así contenidos de ambas disciplinas y los transmitimos al alumno con un enfoque global e interdisciplinario. Esto nos permitirá establecer mayor conexión entre los contenidos, presentarlos de forma más coherente y analizar las influencias recíprocas.*

**Palabras clave:** *Interdisciplinariedad, Ingeniería Mecánica, Cluster, Manufactura aditiva.*

### **Introducción**

La docencia en las Escuelas de Ingeniería ha tenido un reto permanente, un desafío que consiste en aportar a sus estudiantes conocimientos y rasgos profesionales acordes con las necesidades específicas de la empresa (Marzo, 2006). Ambas, universidad y empresa tienen sus propios fines: el de la empresa, producir la máxima cantidad de productos y servicios de calidad, con la mayor eficiencia y el menor coste. El de la universidad: formar profesionales de calidad y generar nuevos conocimientos y/o aplicar nuevas tecnologías. Es en este contexto donde se remarca la importante tarea de los clústeres en la innovación de la educación. Puntos de encuentro de centros tecnológicos, centros de formación y empresas en los que se busca identificar las necesidades comunes. Cada miembro de un cluster de innovación aporta intereses desde motivaciones diferentes (De Arteche, 2013).

En el presente trabajo se utiliza la información generada en una jornada que organiza el Clúster de Automoción de Castilla y León como punto de partida de la práctica docente. Adaptando así, la docencia al mercado laboral.

La participación en el Cluster nos permite identificar las ventajas competitivas de la fabricación aditiva, las necesidades potenciales comunes a la industria de la automoción y vislumbrar avances significativos en la aplicación de la impresión 3D al conformado de materiales plásticos. Esta nueva modalidad de fabricación se postula como una nueva revolución industrial (Kietzmann, 2015) vinculada con el desarrollo de las TIC, permite reproducir cualquier geometría por compleja que sea, prescindiendo del uso de utillaje y herramienta. Además, ofrece respuesta inmediata a las cambiantes necesidades del mercado y permite atender a la creciente demanda de diferenciación y personalización de los productos por parte de los consumidores.

Si se trata de una pieza clave en el futuro industrial, parece lógico pensar en que no puede faltar en los contenidos del ciclo formativo del grado en Ingeniería Mecánica.

Con objeto de que el alumno conozca las ventajas de este nuevo proceso de fabricación frente a los tradicionales, (San Juan, 2014) y sus amplias posibilidades de desarrollo futuro, se piensa en la posibilidad de abordar el tema de la fabricación aditiva con materiales metálicos, integrándola (Cañizares, 2006) en dos asignaturas del grado de Ingeniería Mecánica. Ambas, impartidas simultáneamente en el tiempo, durante el segundo cuatrimestre del tercer curso: Procesos de Fabricación I e Ingeniería de Materiales. El alto grado de interrelación que existe entre ellas y el hecho de que el personal docente responsable de la impartición de ambas mantiene una continuada colaboración no sólo en el ámbito de la docencia sino también en el terreno de la investigación, facilita un enfoque globalizador e interdisciplinario (Martín-Peña, 2015).

### **Trabajos Relacionados**

La jornada del Clúster de Automoción ([Facyl](#)), que incluyó la participación de personal docente e investigador de la Universidad de Valladolid, puso en valor la fabricación aditiva en la industria de la automoción, que ofrece ventajas competitivas tales como: la posibilidad de utilizar nuevos materiales, aligeramiento de peso, mejora de los tiempos de fabricación o reducción de costes. A lo largo de la reunión, se expusieron varios ejemplos reales de aplicación directa en el sector.

Empresas de ingeniería del entorno explican las posibilidades que ofrece la fabricación aditiva en el ámbito de la robotización y mejora de procesos, así como en el desarrollo de útiles de comprobación (Poka-yokes / Gabarits) y nuevos materiales aplicados a industria de automoción y energía.

La aplicación de impresión 3D en procesos, piezas funcionales y prototipos fue abordada por personal investigador de diferentes Centros Tecnológicos que colaboran activamente con el sector. Se presentaron algunos casos prácticos sobre el desarrollo de piezas de geometría compleja utilizando esta solución tecnológica.

En otros trabajos se muestra la fabricación aditiva como una solución que permite trabajar en tamaño real o a escala sin necesidad de fabricar utillajes especiales así como las mejoras que se obtienen aplicando esta tecnología en el desarrollo de piezas únicas o series cortas.

En líneas generales, puede decirse que la gran mayoría de los trabajos presentados muestran las grandes ventajas de la manufactura aditiva en el ámbito de los materiales plásticos.

En lo que se refiere a fabricación aditiva en metal la reunión contó con las exposiciones de varios trabajos. De ellas puede concluirse que la fabricación aditiva con metales permite reducir hasta en un 25% el peso de la pieza final, pero que aún es un terreno con grandes retos sin resolver. En particular aquellos que se refieren al comportamiento de las piezas frente a la corrosión, fragilización, caracterización metalográfica, mecánica o soldabilidad.

### **Metodología**

La propuesta nace de una necesidad sentida y consensuada por los docentes responsables de ambas asignaturas y que además participan en el Cluster de Automoción. El futuro graduado tiene que adquirir además de conocimientos, las competencias que le preparen para su futura profesión y la jornada organizada por el Cluster pone sobre la mesa la necesidad de incorporar a los temarios de ambas asignaturas la fabricación aditiva con materiales metálicos.

La metodología se inicia con reuniones de trabajo de los docentes implicados, en las que se busca coordinar, organizar y secuenciar los contenidos relativos al tema que nos ocupa buscando posibles puntos comunes y de interacción entre ambas disciplinas.

Se pretende despertar el interés y la motivación del alumno haciéndole participe de la información proporcionada por el Cluster, eso les permitirá establecer conexiones lógicas entre los objetivos propuestos, las necesidades del entorno inmediato y sus conocimientos previos. Dando así sentido práctico a su formación.

**Figura 1 . Proyecto Renault Trucks. Impacto positivo de la fabricación aditiva en metal en el tamaño y la masa del motor. (Damien Lemasson, jefe de proyecto).**



**Figura 2 . "Garantizamos la misma funcionalidad, fiabilidad, durabilidad y rentabilidad con piezas 3D de metal, como lo hacemos con las piezas producidas convencionalmente". (Andreas Deuschle, Director de Marketing y Operaciones de Servicios al Cliente y Partes de Mercedes-Benz Trucks).**



La Fabricación Aditiva siempre comienza con un modelo 3D generado por software CAD (Computer Aided Design). Este archivo servirá a modo de plano para la impresora, al definir los perímetros y guías del material al ser depositado capa a capa. La impresora 3D usa la información del archivo 3D para crear delgadas capas de material, típicamente más delgadas que 150 micrones. Una vez que todas las sucesivas capas han sido creadas, el proceso de fabricación aditiva se considera finalizado. Dependiendo de la tecnología empleada, el formato del material inicial puede variar entre filamentos, polvos o líquidos.

En la asignatura de Procesos de fabricación I se tratarán los aspectos tecnológicos del proceso mediante el cual se transforma la materia prima en un producto acabado que cumpla con los requerimientos de calidad, tiempo y coste. Se hará especial hincapié en las máquinas y equipos utilizados, sus capacidades y prestaciones.

**Figura 3 . Impresoras 3D metálica de 3D Systems ProX DMP**

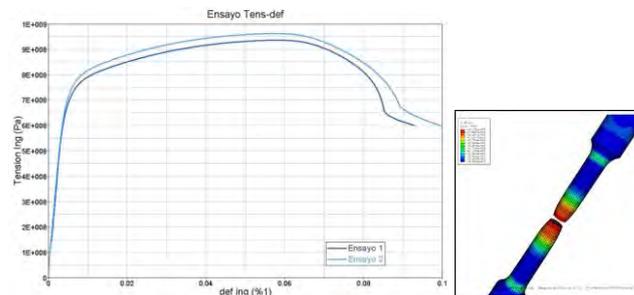


En el ámbito de la Ingeniería de Materiales se analiza en profundidad la relación que existe entre los parámetros utilizados en el proceso de fabricación (temperaturas de trabajo, velocidad de deposición, tratamiento posteriores al conformado...etc), la microestructura

final del material y la respuesta de este a diferentes ensayos de caracterización (mecánica, ensayos de corrosión,...).

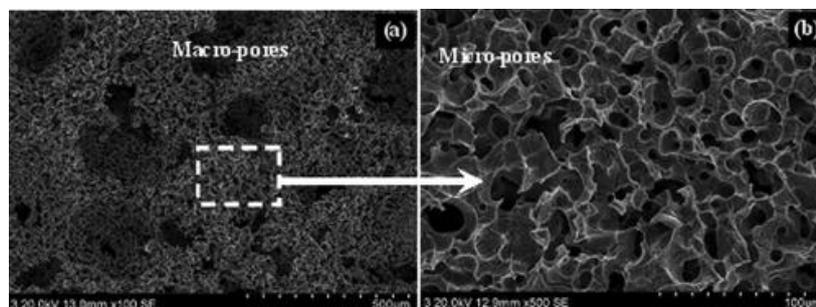
De esta forma, podemos optimizar la respuesta de la pieza final a determinadas sollicitaciones retroalimentando el proceso, modificando su microestructura modificando los parámetros del proceso de fabricación.

**Figura 4 . Caracterización mecánica.**



En la fabricación aditiva con materiales metálicos la limitación fundamental es la alta temperatura de procesamiento y la presencia inevitable de cierto grado de porosidad en las piezas acabadas que limitan su comportamiento.

**Figura 5 . Caracterización del grado de porosidad .(Yong-Hua, 2017)**



Se juzga enriquecedor trabajar sobre la resolución de casos prácticos que impliquen el trabajo en equipo de varios alumnos. Con planteamientos reales y motivadores en cuya resolución el alumno se vea obligado a interrelacionar los conocimientos adquiridos en las dos asignaturas.

Los objetivos que se pretenden alcanzar con la coordinación conjunta de las dos asignaturas son:

- Realizar un trabajo para que el alumno desarrolle su capacidad de organización, autoaprendizaje y utilización de recursos propios, aplicando sinergias en el estudio de ambas materias.
- Conseguir que los alumnos tenga una visión global e integradora donde el proceso de fabricación y la calidad de la pieza acabada son parte de un todo en el diseño de nuevos materiales.
- Mejorar el funcionamiento de las dos asignaturas, potenciando el carácter multidisciplinar.
- Mejora de la comunicación entre alumnos y profesores, fomentando el trabajo en equipo.
- Incentivar la participación e implicación de los alumnos mediante el planteamiento de problemas reales y motivadores.
- Trabajar conjuntamente con ambas asignaturas algunas de las competencias necesarias en la titulación.

## **Resultados**

Como fácilmente puede deducirse, se trata de un trabajo no acabado en el que se pretende utilizar los Clusteres como herramientas al servicio de la innovación docente. Hacer uso de la información que se maneja en estos puntos de encuentro, donde se da voz a los problemas reales de la industria como un recurso para alimentar el proceso docente. El conocimiento de las necesidades que el entorno demanda, nos permitira rediseñar los objetivos y los contenidos, incluso acomodar la metodología, orientandolos a conseguir una respuesta adecuada a estas necesidades. Y, por tanto, mejorar la calidad de la docencia y la capacitación de nuestros alumnos, más en sintonía con las demandas de la industria actual.

El hecho de abordar esta tarea de forma interdisciplinar desde las dos asignaturas permite buscar relaciones entre ambas materias y sus contenidos, consiguiendo así aprendizajes más significativos. En este sentido, está ampliamente demostrado que un contenido sólo puede ser aprendido eficazmente cuando, quien se enfrenta a él, tiene claro el “porqué” y el “para qué” de dicho contenido, es decir, cuando sea significativo y funcional.

## **Referencias**

- Kietzmann J., Pitt L., Berthon P. (2015) *Disruptions, decisions, and destinations: Enter the age of 3-D printing and additive manufacturing*. *BUSINESS HORIZONS*, 58, 2, pp 209-215.
- De Arteche M., Santucci M., y Welsh S. V. (2013). *Redes y clusters para la innovación y la transferencia del conocimiento. Impacto en el crecimiento regional en Argentina*. *ESTUDIOS GERENCIALES*, 29, pp 127-138.

*Aprender en el contexto de la empresa*

- Marzo M., Pedraja M., Rivera P., (2006). Las competencias profesionales demandadas por las empresas: el caso de los ingenieros. REVISTA DE EDUCACION, 341, pp 643-661.
- Martín-Peña, M.L., Díaz-Garrido, E. Sánchez-López, J.M. (2015). Coordinación interdisciplinar mediante aprendizaje basado en problemas. Una aplicación en las asignaturas dirección de producción y estadística empresarial. REVISTA DE INVESTIGACION EDUCATIVA, 33(1), pp 163-178.
- Yong-Hua L., Nan C., Hai-Tao C., Fang W. (2017). Fabrication and characterization of porous Ti10Cu alloy for biomedical application . JOURNAL OF ALLOYS AND COMPOUNDS, 723, pp 967-973.
- M. San Juan M., De Tiedra P., Martín O., Santos F., López R., Suárez R., Mahillo-Isla R. (2014). Modelo Integrado para la Formación en Tecnologías de Fabricación para Estudiantes de Grado en el Ámbito de la Ingeniería Industrial. Caso práctico. XXII CONGRESO UNIVERSITARIO DE INNOVACION EDUCATIVA EN LAS ENSEÑANZAS TECNICAS
- Cañizares Luna C.O., Sarasa Muñoz C., Labrada Salvat C, (2006). Enseñanza integrada de las Ciencias Básicas Biomédicas en Medicina Integral Comunitaria. EDUCACION MEDICA SUPERIOR, vol. 20, no. 1. pp. 0-0.
- Orjuela-Méndez J. D., Arroyo-Osorio J.M., Rodríguez-Barakaldo R. (2013) Actualidad y perspectivas en la enseñanza del Área de Manufactura a estudiantes de Ingeniería. INGENIERIA MECANICA, vol. 16, no. 1. pp. 59-71.
- Sevilla, L., et al. (2013) Analysis of the Integrated Implementation of the Manufacturing Engineering Subject in Engineering Degrees at the Malaga University. TRANS TECH PUBL,
- Yustos, Lorenzo H., et al. (2006) Enseñanza Integrada de “Diseño y fabricación con materiales plásticos”. Primeras Jornadas de Innovación Educativa de la Escuela Politécnica Superior de Zamora.



## Valoración por las Empresas de las competencias en las prácticas realizadas por alumnos de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño.

Laguarda M., N.<sup>a</sup>, Ballester S., E.<sup>b</sup> y Cabrera G., S.<sup>c</sup>, Grimalt N., E.<sup>d</sup>

<sup>a</sup>UPV ETSID, [nilami@iqn.upv.es](mailto:nilami@iqn.upv.es), <sup>b</sup>UPV ETSID, [eballest@isa.upv.es](mailto:eballest@isa.upv.es), <sup>c</sup>UPV ETSID, [suicabga@eio.upv.es](mailto:suicabga@eio.upv.es), <sup>d</sup>UPV ETSID, [mgrimalt@upvnet.upv.es](mailto:mgrimalt@upvnet.upv.es).

---

### **Abstract**

*The aim of this study is to assess the degree of satisfaction of companies in relation to the placement developed by students. This assesment refers to, students tasks, training project fulfilment and also the degree of development of cross skills defined in the UPV. A statistical analysis has been carried out comparing samples, calculating the average values and confidence intervals of the indicators, among the ETSID students who completed the placements in the first quarter of this year. On the basis of the obtained results, it can be concluded that the achievement of ETSID students in their placements is appreciated satisfactorily by employers obtaining a general average of 4.15 points. In addition, the indicators have been compared within each Degree and also between the different Degrees of the School.*

**Keywords:** Placement, companies, skills, statistical analysis.

---

### **Resumen**

*A partir de las evaluaciones realizadas a los estudiantes en prácticas por parte de las Empresas se valora el grado de satisfacción de las Empresas en cuanto a la actividad desarrollada por el estudiante. Esta valoración cuantitativa se refiere a las actividades desarrolladas por los estudiantes, el cumplimiento del proyecto formativo y el grado de desarrollo de las competencias transversales definidas en la UPV. Para los alumnos de la ETSID que han estado en prácticas en el primer cuatrimestre del presente curso se ha realizado un análisis estadístico, comparación de muestras, calculando los valores medios e intervalos de confianza de los indicadores. En base a los resultados obtenidos se concluye que el desempeño de los estudiantes de la ETSID en sus prácticas es*

*Valoración por las Empresas de las competencias en las prácticas realizadas por alumnos de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño.*

*valorado satisfactoriamente por los empresarios obteniendo una nota media global de 4,15 puntos. Además se ha realizado una comparación de los indicadores dentro de cada Grado y comparando los mismos para los diferentes Grados de la Escuela.*

**Palabras clave:** *prácticas, empresas, competencias, análisis estadístico.*

## **Introducción**

Con la firma de la Declaración de Bolonia en 1999 y el posterior desarrollo del Espacio Europeo de Educación Superior, se inició un proceso de convergencia de la enseñanza superior entre los países de la Unión Europea. Los nuevos planes de estudio surgidos a raíz de la creación del EEE prevén la evaluación de las competencias transversales tanto en las titulaciones de grado como de master.

En el artículo 13 RD 592/2014, por el que se regulan las prácticas académicas externas de los estudiantes universitarios se establece que los informes intermedio y final del tutor en la entidad colaboradora deben valorar aspectos formativos de la práctica como por ejemplo, la capacidad técnica, de aprendizaje, habilidades de comunicación oral y escrita, adaptación, creatividad, responsabilidad, capacidad de trabajo en equipo, entre otros.

En el Plan estratégico 2015/2020 de la UPV está recogido el objetivo de evaluación de las competencias y en el “Reglamento sobre prácticas en empresas e instituciones de los estudiantes de la Universitat Politècnica de València” en su artículo 16, se establece la obligación de la elaboración por parte del tutor de la empresa de un informe final, que recopila información sobre el desarrollo de la práctica y la valoración de las competencias definidas por la Universitat para tal fin.

Desde el Servicio Integrado de Empleo (SIE) de la UPV, en el curso académico 2016-2017, se implementó un procedimiento de evaluación de las prácticas en empresa través de cuestionarios estandarizados que unifican el proceso y facilitan la gestión de los resultados. Dicho cuestionario, ha sido estructurado, siguiendo el plan de competencias transversales elaborado por la UPV

Se persigue que todas las prácticas curriculares y extracurriculares, se sometan al mismo proceso de evaluación, variando únicamente la calificación final de las mismas. En el primer caso la calificación será cuantitativa (0-10), mientras que en el segundo apto/no- apto.

Para facilitar la tarea de los tutores, se ha diseñado un cuestionario para realizar el informe que ayuda a valorar la práctica mediante aspectos fácilmente identificables por el tutor desglosándose en varios indicadores sencillos. Cada indicador/factor se barema en cinco niveles (Bajo, Medio-Bajo, Medio-Alto, Alto, Muy Alto) más una opción de “No Procede” además de un campo de formato libre para agregar las consideraciones que cada uno de los tutores

considere conveniente. Se intentó realizar lo suficientemente detallado tanto para facilitar la interpretación como para no desanimar a su cumplimentación

## **INFORME EVALUACIÓN PRÁCTICAS TUTOR EMPRESA**

### **A. ACTIVIDAD DESARROLLADA POR EL ESTUDIANTE**

¿Qué aspectos valora más de las Prácticas en empresa?

Iniciativa personal

Trabajo dirigido:

Evalúe la formación inicial del estudiante para cumplir con las actividades que le han sido asignadas en la empresa

Conocimientos téc.

Habilidades pers:

Grado de integración del estudiante en la empresa desde el punto de vista

Técnico:

Humano:

Evalúe la consecución de objetivos en el trabajo realizado por el estudiante:

Indique el tiempo que se ha empleado en la tutoría del estudiante (horas/semanas):

Dedicación del estudiante

A trabajo individual (en %):

Y a trabajo en equipo (en %):

Horas por semana:

Indica el grado de satisfacción general con esta práctica en empresa

¿Qué aspectos valora más de las Prácticas en empresa?

Preparar un futuro técnico para su empresa

Colaborar en la formación del estudiante

La actividad realizada por el estudiante

¿Contrataría al estudiante?

¿Volvería a tener un estudiante en prácticas?

### **B1. INFORME DE LA ACTIVIDAD. PARTE 1**

PROYECTO FORMATIVO. Objetivos y tareas. (SEGÚN EL CONVENIO)

El grado de cumplimiento ha sido:

### **B2. INFORME DE LA ACTIVIDAD. PARTE 2 (TUTOR EMPRESA)**

#### **CT-01. COMPRENSIÓN E INTEGRACIÓN**

Describe e interpreta situaciones y planteamientos sencillos.

Identifica carencias de información e integra el conocimiento con un enfoque globalizador.

#### **CT-02. APLICACIÓN Y PENSAMIENTO PRÁCTICO**

En las tareas que se le encomiendan, identifica los objetivos concretos a lograr. Evalúa y utiliza correctamente la información disponible.

Diseña un plan propio y coherente, con acciones concretas, para abordar situaciones nuevas.

#### **CT-03. ANÁLISIS Y RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS**

Identifica y analiza un problema aplicando los métodos aprendidos.

Evalúa con criterio las alternativas y resuelve un problema de modo eficaz partiendo de la reflexión y la experiencia

#### **CT-04. INNOVACIÓN, CREATIVIDAD Y EMPRENDIMIENTO**

Genera nuevas ideas o alternativas innovadoras, que aportan valor, a los problemas planteados.

Evalúa y propone nuevos procedimientos y soluciones y acciones ante situaciones problemáticas.

*Valoración por las Empresas de las competencias en las prácticas realizadas por alumnos de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño.*

#### **CT-05. DISEÑO Y PROYECTO**

Diseña trabajos con estructura de proyecto y bajo pautas marcadas (justificación, objetivos bien definidos y acciones concretas).

Demuestra capacidad para el manejo de especificaciones, reglamentos y normas de obligado cumplimiento

#### **CT-06. TRABAJO EN EQUIPO Y LIDERAZGO**

Participa y colabora activa y satisfactoriamente en las tareas de equipo, siendo capaz de trabajar en entornos multidisciplinarios.

Sabe organizar y dirigir grupos de trabajo, asegurando la integración de los distintos miembros.

#### **CT-07. RESPONSABILIDAD ÉTICA, MEDIOAMBIENTAL Y PROFESIONAL**

Se cuestiona la realidad y es capaz de elaborar argumentos donde entran en juego principios y juicios morales vinculados a la profesión.

Valora las consecuencias de las actuaciones profesionales (repercusión social, ambiental y económica) y actúa consecuentemente.

#### **CT-08. COMUNICACIÓN EFECTIVA**

Expresa sus ideas de forma estructurada e inteligible, transmitiendo convicción y seguridad e ilustrando el discurso para facilitar su comprensión.

Elabora un documento bien estructurado, con el uso de los recursos apropiados, de manera que facilita la comprensión y despierta el interés del lector.

#### **CT-09. PENSAMIENTO CRÍTICO**

Muestra una actitud crítica ante la realidad de su entorno, siendo capaz de analizar y cuestionar la información y puntos de vista distintos al suyo.

Identifica y valora las implicaciones de diferentes alternativas o propuestas.

#### **CT-10. CONOCIMIENTO DE PROBLEMAS CONTEMPORÁNEOS**

Identifica fuentes válidas de información (fiables, independientes y reconocidas) para analizar y proponer soluciones al problema que se plantea.

Identifica las causas y las consecuencias (sociales, económicas, culturales, etc.) que subyacen en los problemas que se presentan.

#### **CT-11. APRENDIZAJE PERMANENTE**

Mantiene una actitud activa y responsable durante el proceso de aprendizaje, incorporando propuestas formuladas por los expertos.

Contrasta su forma de organizar el conocimiento con la de los demás, partiendo de las críticas y las debilidades como una oportunidad de aprendizaje.

#### **CT-12. PLANIFICACIÓN Y GESTIÓN DEL TIEMPO**

Identifica y jerarquiza las actividades y objetivos a cumplir, a corto o a medio plazo, en función de su importancia.

Trabaja de manera ordenada y sistemática: determina las fases del proyecto asignando tiempos a las actividades y cumpliendo la planificación. Es puntual

#### **CT-13. INSTRUMENTAL ESPECÍFICA**

Identifica y emplea correctamente las herramientas básicas de su ámbito profesional.

Selecciona y combina herramientas adecuadas para resolver situaciones que lo requieren.

Este cuestionario es cumplimentado online por el tutor de prácticas de la Empresa al terminar cada práctica

## Trabajos Relacionados

En los últimos años se ha incrementado el interés por desarrollar, en el sistema universitario español, un sistema de competencias transversales, para satisfacer las demandas de las Empresas a los graduados universitarios. Son numerosos los trabajos desarrollados en las Universidades y presentados a diferentes eventos y publicaciones, entre ellos los desarrollados por Freire M., Teijeiro M., Carlos Pais C. (2013), Marzo M., Pedraja M., Rivera P. (2006), Tejada J. (2005), Cabrera S., Ballester E., Grimalt E., Kubesi M. (2015).

## Metodología

Durante el año 2017 en la ETSID se realizaron 1329 prácticas en Empresas, lo que representó un 16% del total de prácticas realizadas en la UPV. En la tabla 1 se desglosa el número de prácticas por Grado.

**Tabla 1. Numero de prácticas por Grado años 2017 y 2016.**

TITULACIONES	2017	2016
G. en Ingeniería Aeroespacial	66	46
G. en Ingeniería Eléctrica	179	161
G. en Ingeniería Electrónica Industrial y Automática	202	191
G en Ingeniería en Diseño Industrial y Dlllo de Productos	228	209
G .en Ingeniería Mecánica	417	343
Masters	237	2
Total de prácticas realizadas desde el 1/1/2017	1329	1202
TOTAL UPV	8572	8464

Fuente: Elaboración propia (2018)

Para este trabajo se analizó la información contenida en los informes hechos por los tutores en el primer cuatrimestre del curso 2017 a 2018 para todos los alumnos que habían concluido sus prácticas y fueron evaluados en los diferentes Grados (tabla 2).

**Tabla 2. Informes de prácticas analizados por Grados.**

GRADOS	Prácticas
G. en Ingeniería Aeroespacial	14
G. en Ingeniería Eléctrica	25
G. en Ingeniería Electrónica Industrial y Automática	46
G. en Ingeniería en Diseño Industrial y Dlllo de Productos	25
G. en Ingeniería Mecánica	73
TOTAL	182

Fuente: Elaboración propia (2018)

*Valoración por las Empresas de las competencias en las prácticas realizadas por alumnos de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño.*

El análisis se realiza para tres bloques de información, analizando todos los aspectos contenidos en el Informe de Empresa:

#### A. ACTIVIDAD DESARROLLADA POR EL ESTUDIANTE

B1. INFORME DE LA ACTIVIDAD. PARTE 1 (El grado de cumplimiento del PROYECTO FORMATIVO).

B2. INFORME DE LA ACTIVIDAD. PARTE 2 (Competencias transversales)

Para cada uno de los aspectos valorados en el informe se realiza un análisis estadístico y se compara para cada uno de los Grados si hay diferencias significativas entre los valores medios de cada uno de los ítems evaluados, es decir se calcula la «valoración media» de ese aspecto realizada por la Empresa y si hay diferencias significativas entre esas valoraciones. A continuación se hace una valoración similar pero esta vez comparando los resultados entre los diferentes Grados

### Resultados

Los resultados de la comparación de medias para los valores de los aspectos contenidos en cuanto a la actividad desarrollada por los estudiantes y el nivel de cumplimiento del Proyecto Formativo en las prácticas para los diferentes Grados se muestra en la tabla 3.

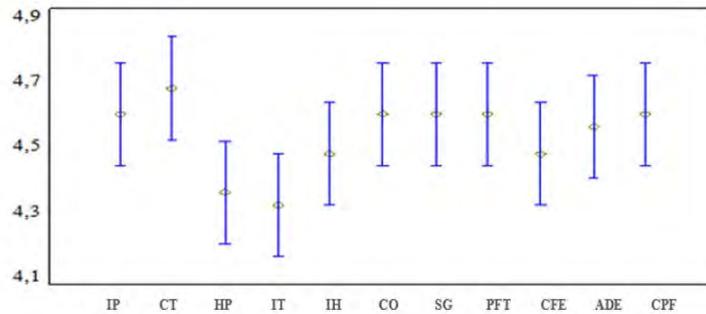
**Tabla 3. Comparación de la actividad desarrollada por los estudiantes por Grados.**

	<b>Mecánica</b>	<b>Diseño</b>	<b>Electricidad</b>	<b>Electrónica</b>	<b>Aeroespac.</b>
	<i>Media</i>	<i>Media</i>	<i>Media</i>	<i>Media</i>	<i>Media</i>
IP .Iniciativa Personal	4,20	4,60	4,25	4,21	4,21
CT.Conocimientos técnicos	3,80	4,68	3,91	4,04	3,92
HP.Habilidades personales	4,09	4,36	3,95	3,85	3,51
IT Integración técnico	4,19	4,32	3,95	4,12	3,78
IH Integración humana	4,43	4,48	3,91	4,10	4,14
CO.Consecución Objetivos	4,32	4,60	4,08	4,17	4,21
SG.Satisfacción General	4,31	4,61	4,01	4,27	4,35
PFT.Preparación futuro. técnico	4,12	4,63	4,05	4,25	4,35
CFE.Colab. formación estudiante	4,17	4,48	4,29	4,14	3,92
ADE.Actividades dllada. estud.	3,90	4,56	4,16	4,12	4,28
CPF.Cumpl. Proy. Formativo	4,34	4,65	4,04	4,25	4,28
Casos	73	25	24	47	14
Total	4,18	4,54	4,05	4,143	4,09

Fuente: Elaboración propia (2018)

El análisis de los valores medios de los aspectos analizados para el Grado de Diseño, como ejemplo, ya que este análisis se realizó para todos los Grados, se presenta en la figura 1

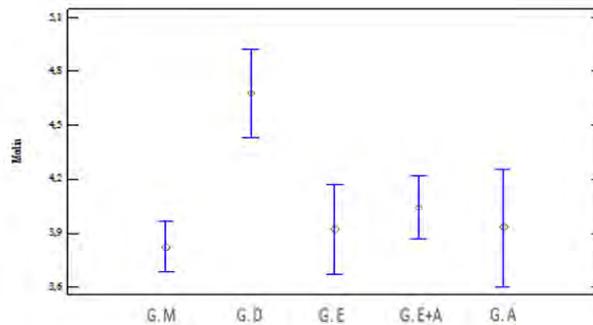
**Figura 1 Comparación de los valores medios de la actividad de los estudiantes Grado de Diseño.**



Se aprecia que no hay diferencias significativas entre los valores medios de los diferentes indicadores de la actividad dentro del Grado y que cada uno de ellos ha sido valorado con valores medios por encima de 4 puntos.

No ocurre lo mismo para la comparación de los indicadores entre Grados, así, por ejemplo, en la figura 2 se muestra la comparación de las medias del indicador “Conocimientos técnicos”, el cual muestra la expectativa del empresario en cuanto a los conocimientos técnicos del estudiante para acometer el proyecto formativo de la práctica. Claramente se observa que los alumnos del Grado de Diseño presentan un valor mayor que el resto de Grados, entre los cuales no se aprecian diferencias significativas.

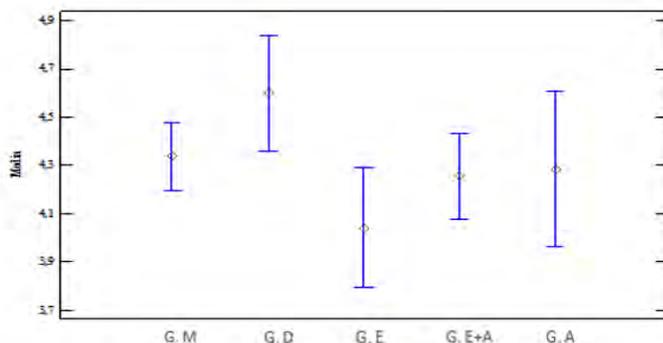
**Figura 2 Comparación de las medias del indicador “Conocimientos técnicos” por Grados.**



Es de señalar que entre el resto de indicadores no hay diferencias significativas para todos los Grados en su conjunto, aunque si se analizan los Grados dos a dos sí que hay diferencias entre algunos de ellos, como se observa en la figura 2, donde el cumplimiento del proyecto formativo para el grado de Diseño es superior al Grado de Electricidad, pero sin diferencias con el resto de Grados.

*Valoración por las Empresas de las competencias en las prácticas realizadas por alumnos de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño.*

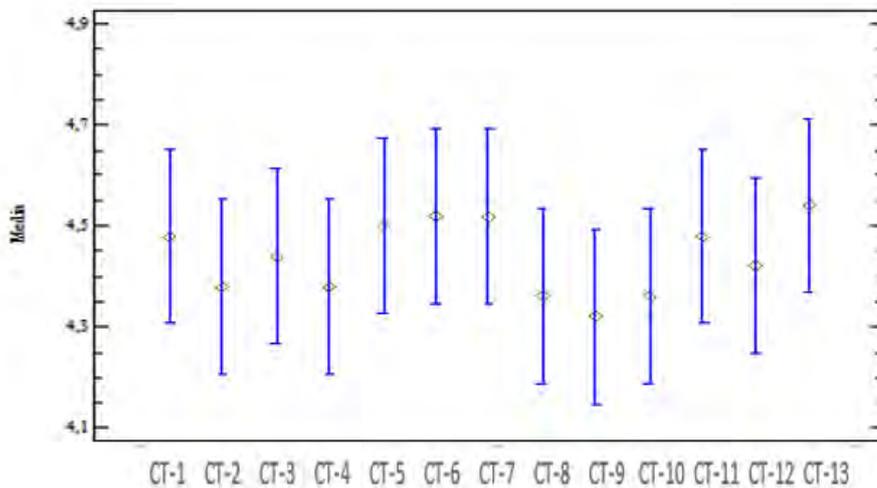
**Figura 3 Comparación del indicador “Cumplimiento del Proyecto Formativo” por Grados.**



A continuación analizaremos los resultados del análisis de las competencias transversales valoradas en los informes en la parte B2. INFORME DE LA ACTIVIDAD. (Competencias transversales).

Para cada uno de los Grados se realiza una comparación de la valoración realizada por los empresarios de las diferentes Competencias Transversales (CT), por ejemplo, en la Figura 4 se muestra la comparación efectuada para el Grado de Diseño, como se observa no existen diferencias significativas entre los valores medios de las diferentes competencias dentro del Grado.

**Figura 4 Comparación de Competencias Transversales Grado Diseño.**



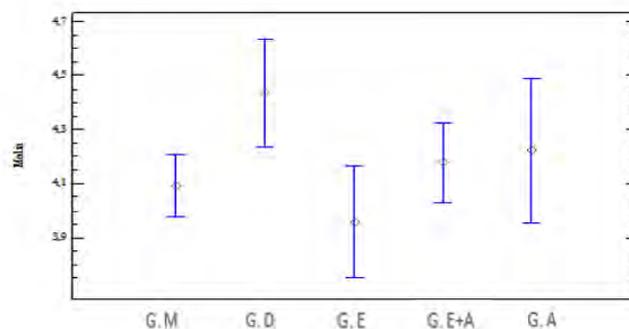
Los valores medios (de intervalos de confianza al 95%) de cada una de las competencias para cada Grado se muestran en la tabla 4.

**Tabla 4. Valores medios de las Competencias Transversales por Grados.**

	Mecánica	Diseño	Electricidad	Electrónica	Aeroespac.
	<i>Media</i>	<i>Media</i>	<i>Media</i>	<i>Media</i>	<i>Media</i>
Comprensión e integración	4,06	4,48	4,06	4,23	4,21
Aplicación y pensamiento práctico	4,07	4,38	3,83	4,07	4,11
Análisis y resolución de problemas	4,02	4,44	3,85	4,08	4,12
Innovación, creatividad y emprendimiento	3,91	4,38	3,98	4,57	4,04
Diseño y proyecto	4,16	4,5	3,91	3,87	4,29
Trabajo en equipo y liderazgo	4,13	4,52	3,96	4,20	4,36
Responsabilidad ética, medioambiental y profesional	4,17	4,52	4,29	4,36	4,46
Comunicación efectiva	4,16	4,36	3,92	4,21	4,28
Pensamiento crítico	4,00	4,32	3,92	4,07	4,07
Conocimiento de problemas contemporáneos.	4,12	4,36	3,98	4,21	4,18
Aprendizaje permanente	4,18	4,48	4,02	4,30	4,46
Planificación y gestión del tiempo	4,07	4,42	3,79	4,04	4,14
Instrumental específica	4,16	4,54	3,92	4,13	4,14
Total	4,09	4,44	3,96	4,18	4,22

Como muestra la figura 5, no existe una diferencia de valores medios para las Competencias Medias por Grados en su conjunto, el Grado de Diseño (G.D) presenta valores medios significativamente diferentes a los de los Grados de Mecánica (G.M) y Electricidad (G.E) y no diferentes a los correspondientes a los grados de Electrónica (G.E+A) y Aeroespacial (G.A).

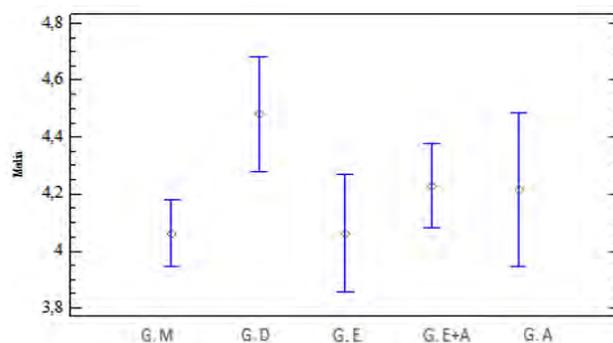
**Figura 5 Comparación de Valores Medios de las Competencias Medias Transversales por Grados.**



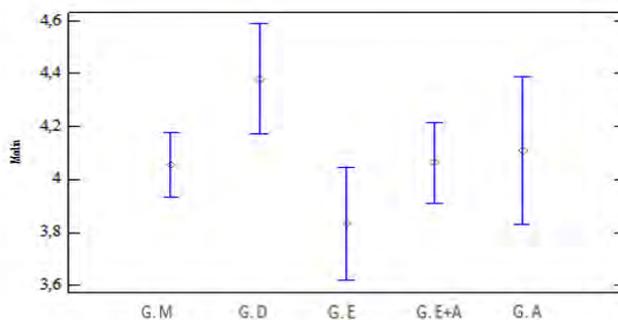
*Valoración por las Empresas de las competencias en las prácticas realizadas por alumnos de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño.*

A continuación se comparan por Grados las Competencias Comprensión e Integración (figura 6), Pensamiento Crítico (figura 7), Análisis, y Resolución de Problemas (figura 8) y Trabajo en equipo y Liderazgo (figura 9).

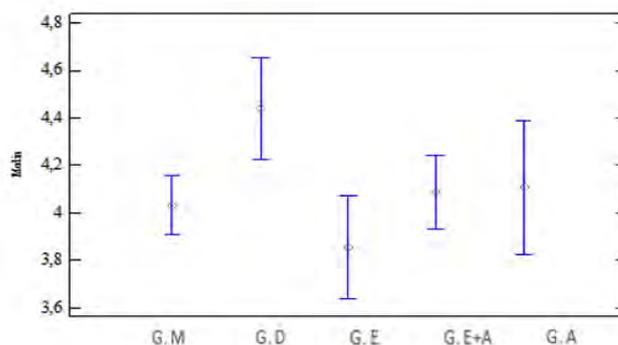
**Figura 6 Comparación de Valores Medios de la Competencia Comprensión e Integración por Grados.**



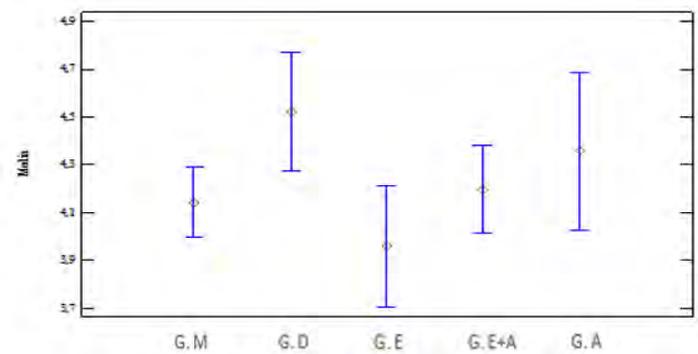
**Figura 7 Comparación de Valores Medios de la Competencia Pensamiento Crítico por Grados.**



**Figura 8 Comparación de Valores Medios de la Competencia Análisis y resolución de problemas por Grados.**



**Figura 9 Comparación de Valores Medios de la Competencia Trabajo en equipo y Liderazgo por Grados.**



## Conclusiones

La Universitat Politècnica de València ha desarrollado un sistema que permite tener en cuenta la valoración de las Empresas en cuanto a la preparación de los estudiantes para la realización de las prácticas, su desempeño técnico y humano en la Empresa, el grado de cumplimiento del proyecto formativo y la satisfacción general con la práctica realizada.

De igual forma se valora el grado de desarrollo, en opinión del empresario, del sistema de competencias transversales vigente en la UPV.

Este sistema permite valorar el desempeño del alumno, individualmente, por Grado, por Empresa y por periodo de tiempo que interese y obtener valores para un sistema de indicadores que redundaran en el análisis de la mejora de las prácticas en empresas y de la docencia en general.

El análisis estadístico desarrollado en la ETSID, el cual se presenta en este trabajo, permite realizar el análisis de los indicadores desarrollados con una suficiente seguridad estadística.

Como conclusión, a partir del análisis estadístico, todos los indicadores de actividad y de las competencias presentan valores con media ligeramente superior a los 4 puntos.

El valor medio de todos estos indicadores para la ETSID en el periodo que se analiza es de 4,15 puntos.

Aunque existen algunas diferencias significativas estadísticamente entre los valores medios de algunas competencias entre diferentes Grados las mismas son puntuales, aunque en este periodo analizado se observa un mejor desempeño de los alumnos en prácticas del Grado de Diseño, seguido por los alumnos de los grados de Aeroespacial y Electrónica.

*Valoración por las Empresas de las competencias en las prácticas realizadas por alumnos de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño.*

## **Referencias**

- Cabrera S., Ballester E., Grimalt M., Ballester A., Kubessi M.(2015). *Las prácticas en Empresas en la Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño de la Universitat Politècnica de València*. XXIII Congreso Universitario de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas (CUIEET 2015).
- Freire M., Teijeiro M., Carlos Pais C. (2013). *La adecuación entre las competencias adquiridas por los graduados y las requeridas por los empresarios* DOI: 10.4438/1988-592X-RE-2011-362-151. Revista de Educación, 362. 2013, pp. 13-41.
- Marzo M., Pedraja M., Rivera P. (2006). *Las competencias profesionales demandadas por las empresas: el caso de los ingenieros*. Revista de Educación, 341. Septiembre-diciembre 2006, pp. 643-661.
- Plan estratégico UPV 2015-2020.
- Real Decreto 1393/2007, de 29 de octubre, por el que se establece la ordenación de las enseñanzas universitarias oficiales.
- Real Decreto 592/2014, de 11 de julio, por el que se regulan las prácticas académicas externas de los estudiantes universitarios. Publicado en: «BOE» núm. 184, de 30 de julio de 2014.
- Reglamento sobre prácticas en empresas e instituciones de los estudiantes de la Universitat Politècnica de València, Aprobado en Consejo de Gobierno de fecha 28 de mayo de 2015.
- Tejada J. (2005) El trabajo por competencias en el prácticum: cómo organizarlo y cómo evaluarlo. REDIE vol.7 no.2. 2005.



## **Sinergia bidireccional Universidad-Empresa. Caso de estudio: Aula Universitaria de Arquitectura.**

**Manuel Otero-Mateo<sup>a</sup>, Alberto Cerezo-Narváez<sup>b</sup>, Andrés Pastor-Fernández<sup>c</sup>, Juan José Domínguez-Jiménez<sup>d</sup>, Fernando Mejías-Delgado<sup>e</sup>, M<sup>a</sup> del Mar Burgal-Ventura<sup>f</sup>, Tomás Carranza-Macías<sup>g</sup>.**

<sup>a</sup>Escuela Superior de Ingeniería (Universidad de Cádiz). Dpto. de Ingeniería Mecánica y Diseño Industrial [manuel.otero@uca.es](mailto:manuel.otero@uca.es), <sup>b</sup>Escuela Superior de Ingeniería (Universidad de Cádiz). Dpto. de Ingeniería Mecánica y Diseño Industrial [alberto.cerezo@uca.es](mailto:alberto.cerezo@uca.es), <sup>c</sup>Escuela Superior de Ingeniería (Universidad de Cádiz). Dpto. de Ingeniería Mecánica y Diseño Industrial [andres.pastor@uca.es](mailto:andres.pastor@uca.es), <sup>d</sup>Escuela Superior de Ingeniería (Universidad de Cádiz). Dpto. de Ingeniería Informática [juanjose.domin-guez@uca.es](mailto:juanjose.domin-guez@uca.es), <sup>e</sup>Colegio de Arquitectos de Cádiz [decano@arquitectosdecadiz.com](mailto:decano@arquitectosdecadiz.com) <sup>f</sup>Colegio de Arquitectos de Cádiz [vocal@arquitectosdecadiz.com](mailto:vocal@arquitectosdecadiz.com) <sup>g</sup>Colegio de Arquitectos de Cádiz [formacion@arquitectosdecadiz.com](mailto:formacion@arquitectosdecadiz.com)

---

### ***Abstract***

*The Architecture Lecture Room was constituted in June 2016, promoted by the Official College of Architects of Cádiz and the University of Cádiz (UCA), as a figure of collegiate collaboration, covered by Regulation UCA/CG03/2016, of May 4, of the External Chairs Regime of the University of Cádiz and other forms of collaboration with companies and institutions. The Architecture Lecture Room has been the vehicle of collaboration established to provide in the medium term, titles in the field of architecture within the academic offer of the UCA, enhancing the synergies between engineering and architecture degrees. Through a common space, where experiences are shared with professionals and companies, so that the training plan responds to the needs of the economic sectors of the province of Cadiz. In the future, the existing postgraduate offer will continue until the doctoral training stage so that, in this way and together with the rest of the proposals, all the training can be recognized within the UCA teaching chapter. In the present article the advances of the process of implantation of the Architecture Lecture Room are shown, from its constitution to the present.*

**Keywords:** *Architecture Lecture Room; Engineering; Architecture ; Professional Experience; Continuous Training.*

---

### **Resumen**

*El Aula Universitaria de Arquitectura se constituye en junio de 2016, impulsada por el Colegio Oficial de Arquitectos de Cádiz y la Universidad de Cádiz (UCA), como figura de colaboración colegiada, amparada en el Reglamento UCA/CG03/2016, de 4 de mayo, del Régimen de las Cátedras Externas de la Universidad de Cádiz y otras formas de colaboración con empresas e instituciones. El Aula de Arquitectura ha sido el vehículo de colaboración establecido para disponer a medio plazo, dentro de la oferta académica de la UCA, de títulos en el ámbito de la arquitectura, potenciando las sinergias entre las titulaciones de ingeniería y arquitectura a través de un espacio común, donde se compartan experiencias con profesionales y empresas, de manera que el plan de formación responda a las necesidades de los sectores económicos de la provincia de Cádiz. En un futuro, la oferta de posgrado existente, se continuará hasta la etapa de formación doctoral para que, de este modo y junto al resto de propuestas, toda la formación pueda ser reconocida dentro del capítulo de enseñanzas de la UCA. En el presente artículo se muestran los avances del proceso de implantación del Aula Universitaria de Arquitectura, desde su constitución hasta la actualidad.*

**Palabras clave:** *Aula Universitaria; Ingeniería; Arquitectura; Experiencia Profesional; Formación Continua.*

### **Introducción**

La conexión entre la Empresa y la Universidad tradicionalmente ha sido realizada, en la mayoría de las ocasiones, a través de relaciones informales. No obstante, actualmente la normativa, el aumento de distintas vías de financiación y/o colaboración se han intensificado. No obstante, todavía queda camino por recorrer, en los últimos cuestionarios de satisfacción disponibles para el curso 2016-17, de distintas titulaciones técnicas en la Escuela Superior de Ingeniería de la Universidad de Cádiz, los programas y actividades de orientación profesional al alumnado es un aspecto todavía a mejorar y potenciar.

Desde el punto de vista docente, la incorporación de los conocimientos y experiencias profesionales se articula a través de la figura de “profesor asociado”, profesor a tiempo parcial que desarrolla su actividad profesional fuera de la Universidad y que permite un acercamiento de su experiencia laboral a los alumnos. No obstante, sigue existiendo una brecha entre las empresas y los educadores, es necesario estrechar lazos e identificar correctamente las competencias que el mercado laboral espera de sus futuros empleados, alumnos actuales de la Universidad y las habilidades que deben adquirir.

Respecto a la investigación, existen no solamente colaboraciones temporales a través de proyectos de investigación conjuntos entre universidades y empresas, sino también figuras de colaboración colegiada a medio-largo plazo, amparadas en reglamentos universitarios, que permiten una relación permanente para potenciar la formación, investigación y transferencia de conocimiento, como son el ejemplo de las Aulas y Cátedras Universitarias.

En el presente artículo, tiene como objetivo mostrar la sinergia generada en uno de estos casos de colaboración, centrado en el punto de vista formativo el Aula Universitaria de Arquitectura de la Universidad de Cádiz, como vía para establecer una relación a medio-largo plazo entre la Universidad y los profesionales, en este caso el Colegio de Arquitectos de Cádiz, aunque incluyendo también aspectos de investigación y transferencia asociados a las distintas actuaciones que se están promoviendo por parte de la Dirección Académica, con el objetivo de que evolucione hasta el nivel de Cátedra Universitaria.

### **Sinergias en formación Universidad-Empresa**

Desde el punto de vista empresarial, el camino marcado por la Norma ISO 9001 (ISO, 2015) ha provocado un cambio definitivo del paradigma en el desarrollo de los Sistemas de Gestión de la Calidad, orientado su esfuerzo a la comprensión de las necesidades y expectativas de las distintas interesadas, y en especial incidiendo en la gestión de los recursos humanos con el objetivo de que sean capaces de realizar las funciones que les han sido asignadas dentro de la organización. Esta capacidad se adquiere por medio de la educación, entrenamiento o experiencias de las personas de la organización y debe ser la Dirección, la que, en base al liderazgo, tome las acciones necesarias para que adquieran las competencias asociadas a su puesto de trabajo (en el caso del personal adscrito a la empresa) o del futuro profesional (en el caso del alumnado universitario), así como evaluar la efectividad de dichas acciones y su correcta documentación.

En este análisis de las competencias profesionales y su correcta documentación juega un papel importante la certificación de Personas. Con los cambios normativos que se han iniciado con la entrada en vigor de la Norma ISO 9001 (ISO, 2015), las organizaciones deberán ir más allá de la certificación de productos, procesos, servicios o sistemas de gestión, incluyendo dentro de los certificados necesarios para ser competitivos la “Certificación de personas”, siendo esta certificación un reconocimiento formal de los conocimientos, habilidades o aptitudes para realizar las funciones asignadas dentro de la organización (Otero-Mateo, 2016).

Tal como menciona Cerezo-Narváez (2018), una solución puede ser utilizar como base las Competencias en Dirección de Proyectos, modelos del Project Management Institute (PMI) y de la International Project Management Association (IPMA), para incorporar los conceptos de gestión de proyectos en las etapas educativas y potenciar las competencias transversales, pero este cambio implicaría un cambio más profundo en los planes de estudio (memorias oficiales de los distintos títulos).

Por parte de la Universidad de Cádiz, en el año 1998 se constituyó la Fundación Universidad Empresa de la provincia de Cádiz (FUECA), esta tiene como objetivo principal el aproximar la Universidad al entorno laboral de la provincia, poniendo a disposición de la sociedad sus recursos y capital humano para la transferencia del conocimiento, no obstante, aunque la Fundación identifica las demandas formativas de las organizaciones, el establecimiento de relaciones institucionales bidireccionales universidad-empresa necesitan la potenciación de otras figuras de colaboración colegiadas.

Un claro ejemplo ha sido la creación del Aula Universitaria de Arquitectura de la Universidad de Cádiz (AUA, 2018), con el objetivo de que la formación profesional impartida desde el Colegio Oficial de Arquitectos de Cádiz tenga la necesaria acreditación académica. En este caso, la formación continua de los colegiados aparece como mandato estatutario realizada por las diferentes Juntas de Gobierno para alcanzar una formación específica para su gremio profesional, en este caso los arquitectos.

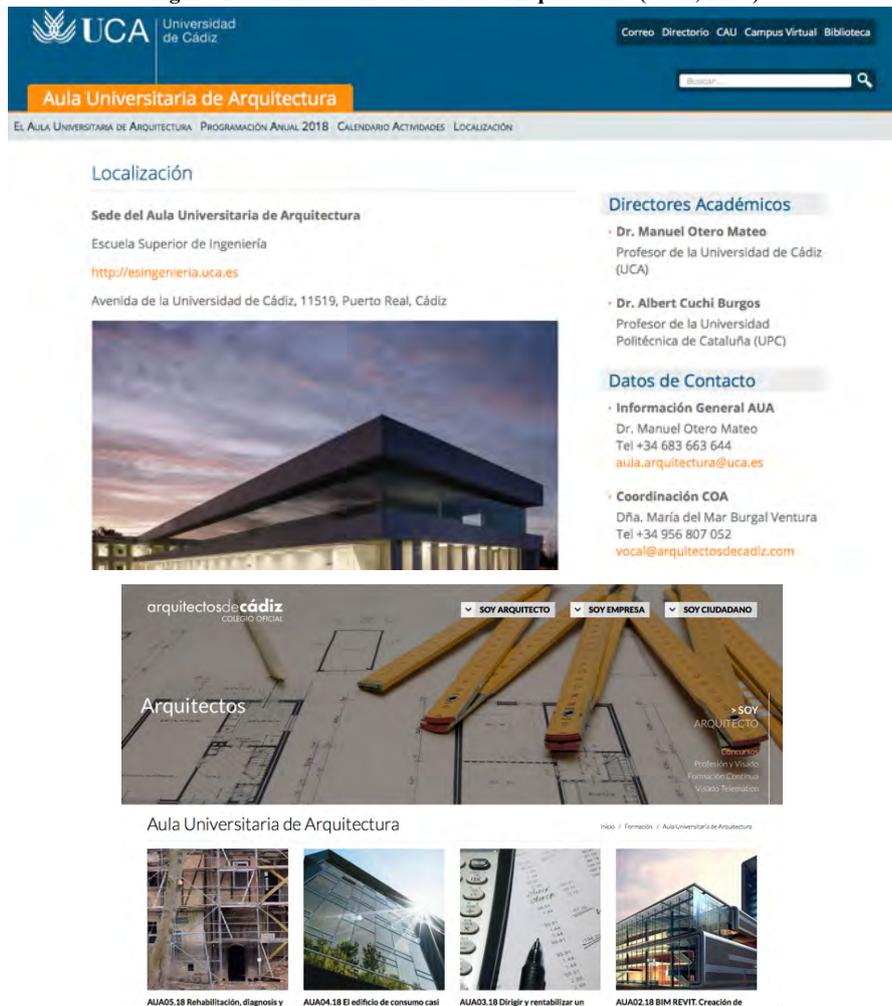
### **Proceso de consolidación del Aula Universitaria de Arquitectura**

La relación entre el Colegio de Arquitectos de Cádiz y la Universidad de Cádiz comienza en el año 2013 con acciones formativas específicas, entre las que cabe destacar la organización conjunta de dos Títulos de Experto Universitario (Experto en Auditoría y Rehabilitación Energética de Edificios y Experto Universitario en Rehabilitación Urbana Sostenible y Emprendimiento Energético) y un Máster propio en Rehabilitación Energética Arquitectónica y Urbana. Estas colaboraciones se han establecido hasta el año 2016 a través de la Fundación Universidad Empresa de la provincia de Cádiz (FUECA), antes mencionada. No obstante, el Colegio Oficial de Arquitectos de Cádiz dispone de una oferta formativa propia y cualificada, estructurada en torno a un Programa de Formación Permanente, que atiende a las necesidades formativas derivadas del ejercicio profesional de sus colegiados, tal como indica el Convenio Específico firmado entre ambas entidades, complementado con un Programa de Actividades Culturales que incluye, entre otras actividades: Ciclo de Conferencias, Mesas Redondas, Exposiciones, Viajes de Estudio y Edición de Libros.

Aunque en la Universidad de Cádiz no existe actualmente una Escuela Técnica Superior de Arquitectura, con estudios conducentes a la obtención del título de Arquitecto, tal como existe en la Universidad de Sevilla, si existe un Colegio Oficial de Arquitectos, que tal como se ha comentado anteriormente, debe velar por la mejora de la formación profesional de sus colegiados.

El Aula Universitaria de Arquitectura del Colegio Oficial de Arquitectos de Cádiz (COA Cádiz) y la Universidad de Cádiz (UCA), es una figura de colaboración colegiada, amparada en el Reglamento UCA/CG03/2016, de 4 de mayo, del Régimen de las Cátedras Externas de la Universidad de Cádiz y otras formas de colaboración con empresas e instituciones (UCA, 2016\_1). La materialización del convenio, firmado el 17 de junio de 2016, por el Decano del COA Cádiz, D. Fernando José Mejías Delgado y por el Rector de la UCA, D. Eduardo González Mazo, ha dado origen a la primera Aula Universitaria de la UCA que emana de dicho Reglamento, teniendo como directores académicos del Aula, el profesor de la Universidades de Cádiz, Dr. Manuel Otero Mateo, y el profesor de la Universidad Politécnica de Barcelona y titular de Construcciones Arquitectónicas de la Escuela de Arquitectura del Vallés, Dr. Albert Cuchí Burgos, tal como se puede ver en la figura 1 (AUA, 2018).

Figura 1 Web Aula Universitaria de Arquitectura (AUA, 2018)



El Aula Universitaria de Arquitectura, nacida por la inquietud del COA para dar respuesta a las necesidades de formación y difusión del conocimiento demandado por el arquitecto en el ejercicio de su profesión, asume cualesquiera de los fines, objetivos y actividades previstas en los números 1 (actividades formativas) y 3 (actividades de difusión y de transferencia social del conocimiento) del artículo 2, del Reglamento UCA/CG03/2016, entre los que destacan los siguientes fines principales:

- La ordenación preferente de las relaciones entre la Universidad de Cádiz y el Colegio Oficial de Arquitectos de Cádiz, estableciendo un Programa Anual de Actividades Formativas, en base al Reglamento UCA/CG04/2016, de 4 de mayo, regulador de las enseñanzas propias y la formación permanente de la Universidad de Cádiz (UCA, 2016\_2), permitiendo garantizar una adecuada correspondencia entre la formación impartida, las necesidades profesionales, la asimilación práctica de los resultados y su correspondiente acreditación universitaria de los mismos, en aras al reciclaje de los conocimientos y la necesaria formación continua.
- La promoción y la difusión de las actividades profesionales, culturales y sociales de las dos instituciones.

Desde su creación, durante su etapa de consolidación hasta la actualidad, la formación se ha basado fundamentalmente, dada su estructura y duración, en los dos primeros escalones formativos, esto es, en el Básico o Curso de Formación Permanente (CFP) con una duración mínima (2 ECTS), y en el intermedio o Curso de Formación Superior (CFS), ajustado a una duración media de (8 ECTS). En concreto, desde su creación, se han ofertado, un CFS y diez CFP, con los siguientes contenidos:

- AUA01.17 CFS ‘BIM REVIT’
- AUA02.17 CFP ‘Mejora Comportamiento Térmico de Edificios’
- AUA03.17 CFP ‘La Protección frente al fuego; Edificios de uso residencial público y privado’
- AUA04.17 CFP ‘BIM REVIT Modelado Básico’
- AUA05.17 CFP ‘Rehabilitación, diagnóstico y patología de la edificación’
- AUA06.17 CFP ‘ADOBE INDESIGN para arquitectos’
- AUA01.18 CFP ‘La Dirección de Obra en la Actividad Profesional del arquitecto’
- AUA02.18 CFP ‘BIM REVIT Familias y Masas’
- AUA03.18 CFP ‘Dirigir y rentabilizar un estudio de arquitectura’
- AUA04.18 CFP ‘El edificio de Consumo Casi Nulo: Estrategias de Diseño’
- AUA05.18 CFP ‘Rehabilitación, Diagnóstico y Patología de la Edificación’
- AUA06.18 CFP ‘BIM REVIT Modelado Básico’

Con un total de 775 horas de docencia impartida, la asistencia de alumnos de la Escuela Superior de Ingeniería (Puerto Real) y de la Escuela Politécnica Superior (Algeciras), la

invitación de docentes referentes del panorama nacional en la temática, así como la incorporación de profesores de la Universidad de Cádiz a dicha docencia, ha permitido situar en un alto nivel de cualificación y demanda de los cursos que se han impartido hasta el momento. Permitiendo, a través de las distintas sedes y aulas de la Universidad de Cádiz, abrir el programa formativo a distintos puntos de la provincia, acercando dicha docencia a los profesionales y alumnos que no pueden desplazarse a la sede ubicada en la Escuela Superior de Ingeniería (Puerto Real).

**Figura 2 Docencia Aula Universitaria de Arquitectura**



Hasta el momento, la media de asistentes por Curso se ha situado en 21 alumnos, con una punta de 36 y un valle de 10. Únicamente el curso AUA05.18 ha tenido que ser aplazado, actualmente se están analizando las causas. No obstante, la valoración media de los Cursos por parte de los alumnos se ha situado en un 8,3 de puntuación, con una punta de 8,6 y un valle de 7,8. Este dato, confirma tanto la calidad de los ponentes como los contenidos y adecuación a los objetivos de los programas impartidos.

Además de esta formación, se ha colaborado en los siguientes congresos, jornadas y eventos:

- Celebración de la Jornada ‘Arquitectura de la Luz. Otra Manera de Iluminar’, con la Agencia Andaluza de la Energía. Jornada técnica celebrada el 21 de febrero de 2017 en la Escuela Superior de Ingeniería, dirigida a propiciar la realización de proyectos que optimicen el consumo energético en iluminación, así como diferentes temas de actualidad del sector y las oportunidades que representa para este sector la nueva Orden de Incentivos para el desarrollo energético sostenible de Andalucía en el periodo 2017-2020.
- Organización del Simposio ‘Cádiz 1717 de la Modernidad a la Contemporaneidad’, celebrado en la sede del Colegio Oficial de Arquitectos y en el Salón Regio de la Diputación Provincial de Cádiz, los días 5 y 6 de octubre de 2017. El Simposio ha proporcionado una visión de la evolución de la arquitectura urbanística de Cádiz desde el año 1717, siendo el inicio de este periodo el traslado de la Casa de Contratación. Han participado entre otros, Catedráticos de Historia del Arte,

Composiciones Arquitectónicas, así como arquitectos de reconocido prestigio, como Rafael Moneo, por ejemplo.

- Participación del Aula Universitaria de Arquitectura como ‘colaborador’ en el XXI Congreso Internacional de Dirección e Ingeniería de Proyectos (AEIPRO, 2017), celebrado en la Escuela Superior de Ingeniería (Puerto Real) los días 12, 13 y 14 de julio de 2017. Dentro del congreso, a través de las áreas temáticas de ‘Ingeniería Civil, Urbanismo y Ordenación del Territorio. Construcción y Arquitectura’, así como la ‘Buenas prácticas y casos de empresa’ ha facilitado la colaboración y potenciación las sinergias entre la Universidad de Cádiz y los profesionales del sector.

Actualmente, existen otras líneas de actuación en fase de desarrollo, con el objetivo de introducir nuevas materias relacionadas con la experiencia empresarial (De Lucio, 2000), entre las que se pueden mencionar las siguientes:

- Contactos para la realización de prácticas de empresa por parte de los alumnos de la Universidad de Cádiz en los estudios de arquitectura y empresas relacionadas del sector. Alinear las necesidades y expectativas de los profesionales del sector con las habilidades y competencias que deben tener los alumnos de ingeniería, facilitan el proceso de aprendizaje colaborativo y permiten acercarse de manera más eficiente a las demandas del mercado laboral.
- Establecer líneas de colaboración para la realización de Trabajos Fin de Grado (TFG) y Trabajos Fin de Máster (TFM) con profesionales del sector. Enlazadas con prácticas de empresa o bien de forma independiente, la co-tutorización de TFG y TFM con docentes de la Escuela Superior de Ingeniería y profesionales del sector, permiten aumentar la oferta de posibles trabajos a realizar por los estudiantes y que se aproximen en mayor medida a resultados reales y tangibles.
- Procedimiento para incorporar a profesionales dentro de la docencia reglada de los títulos de grado y máster, no solamente como profesores asociados si se llegan a convocar dichas plazas, sino también como profesores visitantes puntuales que impartan lecciones magistrales sobre aspectos del temario de la asignatura del que son expertos.
- Realización de publicaciones docentes de los cursos impartidos, ya que el esfuerzo de los docentes en la realización de los cursos debe traducirse posteriormente en una bibliografía propia, adaptada y práctica para los alumnos actuales y futuros. Este conocimiento está previsto canalizarlo a través del Servicio de Publicaciones de la Universidad de Cádiz (UCA, 2018), aumentando la sinergia empresa-universidad.
- La siguiente etapa, sería la generación de trabajos de investigación y publicaciones científicas, en este caso existe una colección editorial ‘Dirección e Ingeniería de Proyectos’ (Otero-Mateo, 2017), colección que ha surgido en base al estándar del sello de Calidad en Ediciones Académicas (CEA/APQ) en el Servicio de

Publicaciones de la Universidad de Cádiz, siendo una de las áreas afines la ‘Ingeniería civil, urbanismo y ordenación del territorio. Construcción y arquitectura’.

- Por último, la integración de la formación del Aula Universitaria de Arquitectura dentro de la formación de la Escuelas de Doctorado de la Universidad de Cádiz, como una formación transversal para los futuros doctorandos en el ámbito de la Ingeniería y Arquitectura.

## **Conclusiones**

En el presente artículo se ha mostrado los avances dentro del proceso de consolidación del Aula Universitaria de Arquitectura de la Universidad de Cádiz. En este caso se puede apreciar el camino que el Aula Universitaria no es solamente un espacio para potenciar y mejorar la formación y sinergias entre la Universidad y el tejido Profesional, sino que permite la atracción de dicha experiencia profesional, poniéndola a disposición de otros profesionales, ya sea egresados en los ámbitos de la ingeniería y arquitectura, como futuros egresados, en este caso estudiantes de las Escuela Superior de Ingeniería en Puerto Real y de la Escuela Politécnica Superior de Algeciras.

Respecto a la dedicación profesional, mayoritaria corresponde a arquitectos en el ejercicio libre de la profesión (86%), lo cual subraya uno de los objetivos fundamentales del AUA: dar respuesta a las necesidades de formación y difusión del conocimiento, demandadas por el arquitecto en el ejercicio de su profesión.

En cuanto a la procedencia generacional, se sitúa en una horquilla de edad que oscila entre los 31-40 años (40%), seguida de la comprendida entre los 41-50 años (31%). Es llamativa la escasa presencia de colegiados jóvenes menores de 30 años (9%), siendo un punto de reflexión que actualmente se está realizando.

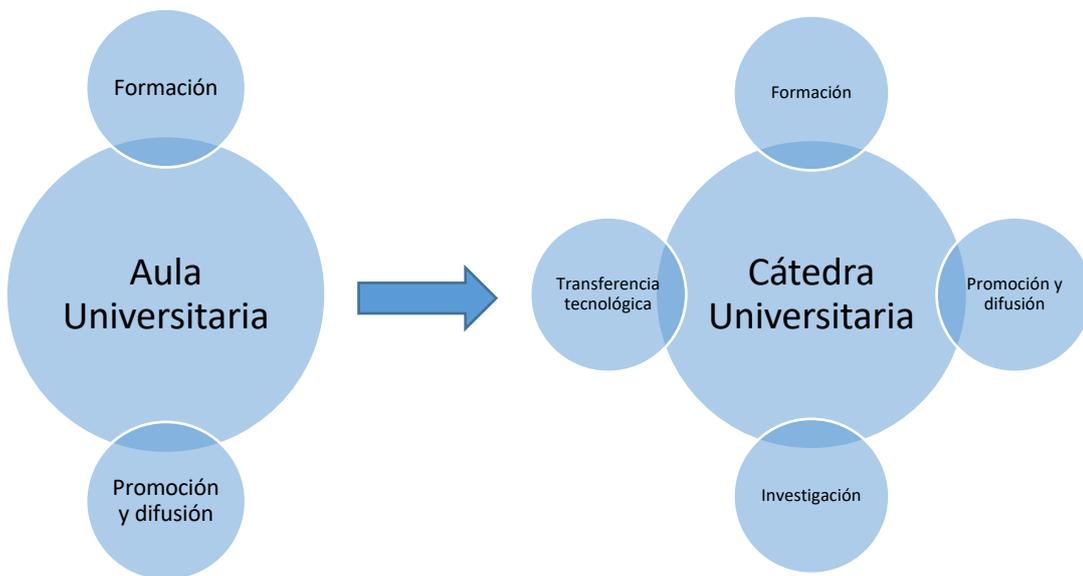
Si bien, durante 2017, se ha impartido un único CFS (BIM/REVIT; 8 ECTS; 200 horas) con una presencia elevada de alumnos (36 alumnos), el balance del mismo es bastante significativo y demuestra que tanto la exigencia de dedicación como la concentración en el tiempo que conlleva este escalón formativo, dificulta la compatibilidad de esta mayor exigencia con el incremento de la actividad profesional post-crisis que ya se va empezando a detectar entre los colegiados.

De hecho, del total de inscritos en este CFS (36) tan sólo 16, lograron alcanzar el Diploma de Postgrado, poniéndose de manifiesto en este ‘abandono’ una cierta dificultad de hacer compatible la exigencia presencial y la realización de las prácticas con las derivadas del ejercicio profesional. En estos casos, desde el AUA se debe de plantear una formación modular, definiendo “itinerarios formativos”, con la división en un número equivalente de CFP distanciados en el tiempo, puede facilitar su realización.

Pero este camino no se acaba con la integración dentro de los estudios de doctorado, a través de la Escuelas Doctorales de la Universidad de Cádiz, sino también avanzar en la

investigación y transferencia tecnológica, el patrocinio y difusión de la Arquitectura a la sociedad, por medio de la sinergia que genera el Colegio de Arquitectos de Cádiz y la Universidad de Cádiz, hasta alcanzar el estatus de ‘Cátedra Universitaria’, tal como se muestra en la figura 3.

Figura 3 Proceso de transición de Aula Universitaria a Cátedra Universitaria



## Referencias

- AEIPRO (2017). *Web del XXI Congreso Internacional de Dirección e Ingeniería de Proyectos*. Disponible en: <http://www.aeipro.com/congresos/index.php/es/menusup-congresos/congresos-antiores/menusup-congresosaeipro-2017> (Acceso 30-03-2018).
- AUA (2018). *Web del Aula Universitaria de Arquitectura*. Disponible en: <http://aulaarquitectura.uca.es> (Acceso 30-03-2018).
- Cerezo-Narváez, A., Bastante-Ceca, M.J., Yagüe-Blanco, J.L. (2018). *Traceability of Intra- and Interpersonal Skills: From Education to Labor Market*. Intech Ed. 87-110. DOI: <http://dx.doi.org/10.5772/intechopen.71275>
- De Lucio, F., Martínez, E.C., Cegarra, F.C., Gracia, A.G. (2000). Relaciones Universidad-Empresa entre la transferencia de Resultados y el Aprendizaje Regional. *Espacios*, 21 (2), 127-148.
- ISO. (2015). *ISO 9001:2015 - Quality management systems - Requirements*. Ginebra (Switzerland): ISO. Disponible en: <https://www.iso.org/standard/62085.html>
- Otero-Mateo, M., Pastor-Fernández, A. (2016). Impact of the ISO 9001:2015 Standard in the Engineering Field. Integration in SMEs. *Dyna Ingeniería e Industria*, 91 (2), 118-121. DOI: <http://dx.doi.org/10.6036/7709>

- Otero-Mateo, M.; Pastor-Fernández, A.; Cerezo-Narváez, A.; Portela-Núñez, J.M. (2017). *Colección Editorial Universitaria “Dirección e Ingeniería de Proyectos” y el Sello de Calidad Académica (CEA-APQ)*. XXI Congreso Internacional de Dirección e Ingeniería de Proyectos. Cádiz. Disponible en: <http://dspace.aeipro.com/xmlui/handle/123456789/490> (Acceso 30-03-2018).
- UCA (2016\_1). *Reglamento UCA/CG03/2016, de 4 de mayo, del Régimen de las Cátedras Externas de la Universidad de Cádiz y otras formas de colaboración con empresas e instituciones*. BOUCA. Disponible en: <http://www.uca.es/recursos/bouca/BOUCA208.pdf>
- UCA (2016\_2). *Reglamento UCA/CG04/2016, de 4 de mayo, regulador de las enseñanzas propias y la formación permanente de la Universidad de Cádiz* BOUCA. Disponible en: <http://www.uca.es/recursos/bouca/BOUCA208.pdf>
- UCA (2018). *Web del Servicio de Publicaciones de la Universidad de Cádiz*. Disponible en: <http://publicaciones.uca.es> (Acceso 30-03-2018).



## Nuevas técnicas metodologías para el fomento de habilidades transversales y transferencia del conocimiento en universitarios

Miguel Torres García<sup>a</sup>, Alvaro Pareja Domínguez, Miguel Macías Rodríguez, José Guadix Martín, Elisa Carvajal Trujillo

<sup>a</sup>Universidad de Sevilla, migueltorres@us.es

---

### *Abstract*

*Knowledge transference and its business potential are very much related to founders' skills, and especially to the development of their transversal skills. Unfortunately, the time needed to achieve these skills spontaneously penalizes their possibilities. The implementation of pilot experiences in application of agile innovation methodologies such as "Lean Startup" and "Scrum" to real business projects during their incubation and acceleration process at the University of Seville has thrown interesting data about the best work dynamics during the process, with measurements of productivity, the "momentum" of the project, its "focus abilities" or qualitative assessments of those involved in the study.*

*The results reveal a series of advantages and disadvantages derived from the application of these methodologies, which exert influence both on the individual performance and on the group of founders, that in general have turned out to be positive, since they allow to accelerate the maturation process to achieve the skills needed to increase survival ratios, or to conclude that it is not a viable project by making use of significantly less time and resources.*

**Keywords:** *entrepreneurship, educative innovation, transversal skills, competency-based training, agile innovation methodologies, lean startup, customer development, design thinking, scrum.*

---

## **Resumen**

*La transferencia del conocimiento y su potencial empresarial están muy relacionadas con la capacidad del equipo promotor, y especialmente con el desarrollo de habilidades transversales. Por desgracia, el tiempo necesario para lograr estas habilidades de forma espontánea penaliza sus posibilidades. La puesta en marcha de experiencias piloto de aplicación de metodologías ágiles de innovación como “Lean Startup” y “Scrum” a proyectos empresariales reales durante su proceso de incubación y aceleración en la Universidad de Sevilla ha permitido obtener datos interesantes acerca de la dinámica de trabajo individual y grupal registrada durante el proceso, con mediciones de la productividad, el “nivel de inercia” del proyecto, su “capacidad de foco” o valoraciones cualitativas de los implicados en el estudio.*

*Los resultados descubren una serie de ventajas e inconvenientes derivados de la aplicación de estas metodologías, que ejercen influencia tanto en el desempeño individual como del conjunto de fundadores del proyecto, y en líneas generales han resultado ser positivos, ya que permiten acelerar el proceso de maduración personal hacia la consecución de las habilidades necesarias para incrementar la supervivencia del proyecto, o bien para concluir que no es viable haciendo uso de una cantidad significativamente inferior de tiempo y recursos.*

**Palabras clave:** *emprendimiento, innovación educativa, habilidades transversales, formación por competencias, metodologías ágiles de innovación, lean startup, customer development, design thinking, scrum.*

## **Introducción**

Cada vez más la formación en emprendeduría adquiere una importancia capital en la formación universitaria. Prueba de ello es la inclusión de conocimientos técnicos y formativos por parte de las mejores y más innovadoras instituciones del mundo. Todo ello puede ser corroborado en las necesidades actuales de las sociedades occidentales y de cara al futuro no cabe duda que se incrementarán. En este trabajo se muestran las principales técnicas utilizadas con objeto a la formación de el emprendimiento en la comunidad universitaria. Estas técnicas, complementarias entre ellas, son el LEAN STARUP, DESARROLLO DE CLIENTES DESIGN THIKING Y SCRUM.

El trabajo presentado tiene el objetivo principal de mostrar las principales técnicas de aprendizaje del emprendimiento a universitarios. Asimismo se hace una reflexión sobre la experiencia en este campo llevado a cabo por el Secretariado de Transferencia del Conocimiento y Emprendimiento (STCE) de la Universidad de Sevilla (US) en su alumnado.

### **Trabajos Relacionados**

Las aplicaciones de estas técnicas cuentan con un bagaje significativo en la Universidad de Sevilla. De hecho, el Scrum es una técnica con recorrido en España desde hace años. Eduscrum es una iniciativa nacida hace unos años en los Países Bajos. Varios profesores de enseñanza secundaria y bachillerato acordaron algo tan complejo como dejar de ser responsables del proceso de aprendizaje de sus alumnos/as y delegar en ellos/as el proceso.

Para ello aplicaron los principios del desarrollo ágil de software a través de la metodología SCRUM. Equipos auto-administrados que, a partir de un tema y unos objetivos de aprendizaje predefinidos, organizan su día a día y trabajan en equipo para compartir la nota final.

Ya en España, Pablo Peñalver (profesor de secundaria en Toledo), ha escrito un ebook de descarga gratuita sobre el uso de Lean Startup en educación, fruto de su experiencia aplicando este enfoque experimental para fomentar esta forma de trabajo tanto en materia de emprendedores como para otras materias. Esta metodología didáctica permite combinar principios de innovación ágil con otros como «clase inversa» o «aprender haciendo», y fomenta la responsabilidad, espíritu crítico y sentido de equipo de los alumnos.

### **Metodología**

LEAN STARTUP aplica un modelo de innovación iterativo incremental basado en un ciclo de feedback de la información que trata de plantear experimentos para obtener unos resultados pseudocientíficos (pero rápidos) que permiten validar o invalidar las hipótesis de partida y registrar nuestros avances.

DESARROLLO DE CLIENTES nos invita a «salir de la oficina» para conversar con nuestros potenciales clientes hasta formular una propuesta de valor ajustada y a partir de la misma desarrollar una solución tangible que podamos poner en sus manos para co-crear junto a ellos un producto o servicio con sentido en el mercado.

DESIGN THINKING plantea un camino a través del cual la información diverge y después se sintetiza para resolver problemas complejos a partir de procesos creativos que nos sugieren soluciones nuevas, distintas y acertadas.

SCRUM es una metodología de desarrollo iterativo proveniente del mundo del desarrollo software, pero que puede aplicarse para organizar y maximizar la eficiencia y la comunicación en cualquier tipo de equipo que pretenda auto-administrarse de manera eficiente y efectiva, en la búsqueda del kai-zen (perfección a través de la mejora continua).

## **Resultados**

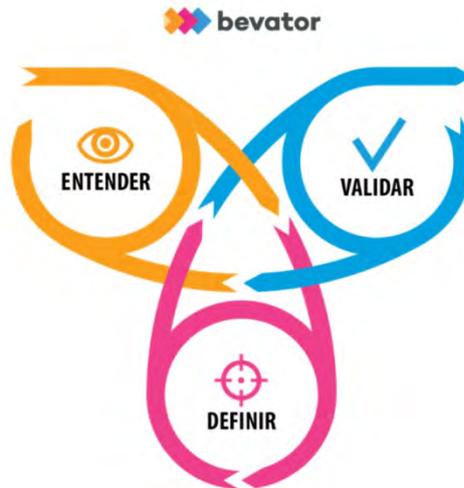
En la Universidad de Sevilla, además del esfuerzo que realizan a nivel individual los diferentes responsables de emprendimiento en cada centro universitario en los diferentes campus, el STCE asume cada año la encomienda de organizar el Concurso de Ideas de Negocio, así como proveer recursos a los centros que cuentan con espacios destinados a la pre-incubación de proyectos emprendedores universitarios (tanto alumnos, egresados como PDI).

En este sentido, desde hace 5 años (9a edición del concurso), los premios a las ideas y proyectos más innovadores se acompañan con una fase de formación en innovación basada en metodologías ágiles, donde los participantes pueden aprender a usar estos métodos mientras los ponen en práctica para hacer avanzar sus ideas de negocio hacia la validación.

Como experiencia más reciente, en la Escuela Superior de Ingeniería (ESI) los proyectos beneficiarios de un espacio de pre-incubación han recibido formación específica para adoptar SCRUM como metodología de desarrollo de su proyecto. Esta experiencia ha permitido comprobar las ventajas e inconvenientes derivados de la aplicación de este enfoque en emprendedores universitarios, con resultados interesantes.

El marco de trabajo usado en la formación a universitarios, que concilia y da sentido de conjunto a las distintas metodologías ágiles es EDV© (figura 1), que está basado en una lógica: entender la oportunidad, mediante el análisis del entorno, tendencias, y competencia, y entender (obtener) insights de nuestros usuarios y clientes; definir la idea y solución, mediante el diseño de la propuesta de valor, del prototipo y producto mínimo viable, de la experiencia del cliente y del propio modelo de negocio y, por último, validar el modelo, es decir, conseguir el encaje producto-mercado (posicionamiento más viabilidad) y construir el modelo operativo.

**Figura 1 Marco de trabajo EDV bevector.com**



Se trata de un marco de trabajo desarrollado aquí y que está siendo aplicado en diversos programas de maduración de ideas de negocio, aceleradoras, etc., lo cual permite comparar datos relativos al desempeño de esta forma de trabajo en diferentes equipos de emprendedores y en diferentes sectores, estados de madurez, etc.

En esta gráfica observamos como cada etapa es fundamental en la construcción de la anterior. Así, es necesario entender la oportunidad y generar ciertos insights (algo así como conclusiones o buenas prácticas) para definir a partir de los mismos una solución acorde a esa información.

Además, en cada etapa es posible volver atrás para profundizar, actualizar o visitar información referente al mercado, los clientes, el problema que deben solucionar, su «gravedad», la solución que aportamos, los canales a usar, etc. ya que se trata nuevamente de un esquema iterativo.

Las diferentes etapas conforman un itinerario que marca el estado de madurez del proyecto, en función de si ya ha definido un perfil de cliente suficientemente concreto, si ha detectado problemas que merezcan la pena ser resueltos, si ya ha elaborado un prototipo para dar carácter tangible a la solución planteada, etc.

Este itinerario ya en poder de la Universidad de Sevilla para evaluar a los proyectos a su llegada, proponer acciones formativas en función de los proyectos ubicados en cada momento en las diferentes «estaciones» del mismo, así como para monitorizar el desempeño, avance y desarrollo de los mismos en el tiempo, además de ofrecer métricas de seguimiento del propio servicio a emprendedores.

## Conclusiones

Las conclusiones derivan de la aplicación de metodologías ágiles de innovación en alumnos, egresados o PDI universitarios a través de iniciativas emprendedoras reales:

1. Es un proceso que requiere cierta disciplina y seguimiento.
2. Reduce el tiempo y los recursos necesarios para validar la idea de negocio (o para invalidarla), en comparación con el plan de empresa tradicional.
3. Combate las principales amenazas relacionadas con el fracaso empresarial (foco excesivo en la idea, en el producto, en la toma de decisiones, etc.).
4. Incrementa el nivel de cohesión interna de los equipos de trabajo, el flujo de información así como su eficiencia y responsabilidad.
5. Permite basar su proyecto en datos (no en suposiciones o proyecciones) y verificar objetivamente su avance (contabilidad de la innovación).
6. Les prepara mejor para acceder a los siguientes hitos en su desarrollo como proyecto empresarial: incubadoras, aceleradoras, etc.

**Figura 2 Recomendaciones para la aplicación de metodologías ágiles de innovación a proyectos emprendedores en el ámbito universitario**



Evidentemente las metodologías tratan de un sistema en proceso de mejora continua, pero que ya nos permite ofrecer recomendaciones a aquellas personas que estén interesadas en implantar experiencias piloto de educación a través de metodologías ágiles, ya sea a emprendedores universitarios o a otros colectivos de alumnos a los que se quiere introducir en la forma de trabajar cada vez más extendida en el mundo emprendedor a nivel global o

bien aplicar estos esquemas de trabajo para dar un giro a la forma en la que el colectivo afronta nuevos procesos de aprendizaje, siempre necesarios. (de abajo a arriba, figura 2)

Es importante consensuar con los equipos lo que va a suceder, para que exista una aceptación real del reto, y todos los participantes conozcan las reglas del juego al que se les invita. Si no ocurre así, la disciplina será impuesta desde el exterior y la implantación del método fracasará. Es el aspecto más importante, y por ello se encuentra en la base de la pirámide.

Para lograr una mejor conexión entre los participantes, en vez de dejar la formación de los equipos al azar, será mejor identificar perfiles o estilos de aprendizaje (convergentes, divergentes, adaptadores, etc.) complementarios para conformar equipos con mayores garantías de funcionamiento adecuado.

Es necesario advertir que equipos con menos de 4 miembros tienden a obtener un rendimiento muy inferior, ya que los roles de «product owner» y «scrum master» tienden a solaparse con sus tareas como parte del equipo y la capacidad de autoadministración y disciplina se resienten. Igualmente es necesario atender de nuevo a los perfiles para lograr una persona empática como «scrum master» así como otra con cierto liderazgo como «product owner».

Es recomendable utilizar algún tipo de solución para reflejar y compartir en público el avance de los equipos, ya sea una «burndown chart» en papel o un tablero de Trello para ganar en tecnología y comodidad. Este compromiso público aumenta las opciones de éxito en la implantación.

Importante también dimensionar bien el reto a resolver para aumentar la complejidad posteriormente, de forma que al inicio los participantes puedan familiarizarse pronto con la metodología. Además siempre viene bien obtener una primera «victoria rápida» como refuerzo positivo.

En cuanto a los ciclos de cada sprint o iteración, es conveniente que al principio sean ciclos cortos, para evitar desviaciones muy significativas, habituales al inicio. Después de los primeros ciclos semanales será el momento de cambiar a sprints de dos semanas a aquellos equipos que demuestren un desempeño suficiente.

Al inicio de cada ciclo será necesario clasificar y asignar las tareas, y este será el principal elemento de discordia o confusión dentro del grupo, por lo que habrá que dedicar el tiempo suficiente hasta que vayan ganando mayor autonomía y consenso en este sentido. Definir cuándo una tarea se considera hecha es fundamental para lograr este objetivo.

Por último, ya que la organización del equipo es ágil, también deberán serlo el resto de herramientas y materiales suministrados, evitando en lo posible los textos extensos o muy elaborados, ya que de esta forma se «mata» la diversidad en el resultado fruto del sello personal de cada combinación de personas y contextos.

*Empleo de metodologías ágiles de innovación para el fomento de habilidades transversales y transferencia del conocimiento en la Universidad de Sevilla*

Este es simplemente un resumen rápido de recomendaciones basadas en la experiencia con decenas de proyectos y equipos emprendedores que queremos compartir con ustedes desde la Universidad de Sevilla. Estamos convencidos de que la aplicación de estos enfoques puede generar un impacto muy positivo en cualquier ámbito educativo, y ese es nuestro deseo. Les invitamos, por tanto, a que valoren esta innovación docente, como ya han hecho y están haciendo muchos centros y docentes innovadores, y por supuesto, para ello estamos a su disposición para responder cualquier consulta.

## **Referencias**

<http://eduscrum.nl/> Web del proyecto EduScrum.

<http://proyectoempresarial.wordpress.com/>. Blog de Pablo Peñalver.

<http://stce.us.es> Web del Secretariado de Transferencia del Conocimiento y Emprendimiento. Universidad de Sevilla.

<https://www.bevator.com/> Web de la metodología Bevator.



## Formación en competencias socialmente responsables en la Universidad de Oviedo

Pilar L. González-Torre<sup>a</sup>, Eugenia Suárez Serramo<sup>b</sup> y Alberto A. Suárez<sup>c</sup>

<sup>a</sup>Universidad de Oviedo, [pilargt@uniovi.es](mailto:pilargt@uniovi.es), <sup>b</sup>Universidad de Oviedo, [meugenia@uniovi.es](mailto:meugenia@uniovi.es), <sup>c</sup>Universidad de Oviedo, [suarez@uniovi.es](mailto:suarez@uniovi.es)

---

### **Abstract**

*Nowadays social responsibility is the way that companies have to report to society from what they take from it to carry out their activity and obtain benefits. Then communication to society about the impacts they cause must be required. This comunicaton could be economically, as well as socially and environmentally.*

*University, like any other organization, must also render accounts to the different social agents. In this context, the aim of the present research is to explore the training in socially responsible competences, limiting its scope to the Bachelor's degrees that are taught at the University of Oviedo in the 2017-2018 academic year.*

*This exploratory research is focus in identifying the current situation, and its aim is simply to establish a framework for future modifications that those responsables for each center title consider to carry out.*

*The results obtained by analyzing contents verified reports of degree courses have shown that in all fields of knowledge the soft skills have reflected, although the greatest commitment to adquisicion socially responsible competences takes place in the branch of Art and Humanities, being Ethics the predominant term. The Sciences and the term Inclusion are in the other extreme.*

**Keywords:** *Social Responsible, Competencse, University, Degree.*

---

### **Resumen**

*La responsabilidad social es el medio que encuentran las empresas para redimir a la sociedad de aquello que toman de ella para desempeñar su actividad*

### **Formación en competencias socialmente responsable en la Universidad de Oviedo**

*y obtener beneficios, lo que obliga a comunicar socialmente los impactos que ocasionan, además de económica y ambientalmente.*

*La Universidad, como cualquier organización, debe rendir cuentas a los diferentes agentes sociales. En este contexto, el propósito de la presente investigación es valorar exploratoriamente la formación en competencias socialmente responsables, limitando su alcance a los títulos de Grado que se imparten en la Universidad de Oviedo en el curso 2017-2018.*

*El carácter de la investigación es exploratorio, para identificar la situación actual, y su pretensión no es otra que establecer un marco de referencia para futuras modificaciones que los responsables de cada centro/título consideren realizar.*

*Los resultados obtenidos mediante un análisis de contenidos a las memorias verificadas de los títulos de Grado ha permitido comprobar que en todos los ámbitos del conocimiento se han reflejado las soft skills, aunque el mayor compromiso con la adquisición de competencias socialmente responsables tiene lugar en la rama de Arte y Humanidades, siendo Ética/o el término predominante. En el extremo opuesto se encuentran las Ciencias y el término Inclusión.*

**Palabras clave:** Responsabilidad social, Competencias, Universidad, Grado.

### **Introducción**

El proceso de Bolonia (1999) perseguía armonizar los sistemas de educación superior, lo que exigió la necesidad de adaptarse a un mundo globalizado y a la sociedad del conocimiento. Denominado como el Espacio Europeo de Educación Superior, supuso un cambio radical en el enfoque de los procesos de enseñanza aprendizaje en la universidad española, donde la formación en competencias puede ser uno de los más relevantes (Zabalza, 2003). Estas pueden ser de diferente índole: profesionales (orientadas al desarrollo en el ámbito cognitivo del futuro profesional), prácticas (que persiguen modular comportamientos y conductas), o más transversales (como el fomento de actitudes y valores). Con este modelo educativo, la formación no es solo transmitir información y acumular conocimientos, con las competencias emerge el conocimiento aplicado (Fernández March, 2006).

Es precisamente la sociedad en la que desarrolla su actividad la universidad la que recibe más directamente sus efectos (positivos y negativos). Es en este marco donde se debe reflexionar sobre las aportaciones no profesionales que subyacen del proceso de enseñanza-aprendizaje diseñado para los universitarios. Es decir, valorar en qué medida se alcanzan competencias transversales vinculadas con la conciencia de responsabilidad social en el futuro profesional, egresado universitario.

El fin de la década de los setenta es el origen de la Responsabilidad Social, aunque no alcanza su máxima popularidad hasta finales del siglo XX, con la tendencia al alza en el mundo empresarial de difundir y divulgar voluntariamente sus actividades responsables. Friedman (1962), Carson (1993), Carroll (1996), Cuesta (2003), Hopkins (2003), Cendoya (2005), Salas (2005) o Martín (2005) son algunos de los autores que han abordado la Responsabilidad Social en sus trabajos. Actualmente son diversas las partes interesadas en conocer/abordar los aspectos más sociales de las organizaciones, no solo la dimensión económica de su operativa (Daub, 2007).

De este modo la Responsabilidad Social se ha convertido en un factor estratégico y competitivo de las empresas (Husted y Allen, 2001) que aporta valor tanto a sus grupos de interés internos (trabajadores, directivos, etc.), apoyando la toma de decisiones, como externos (proveedores, clientes, etc.), mejorando la comunicación a la sociedad en general (Freeman, 1984). Se trata de devolver a la sociedad parte de lo que toman de ella para lograr su beneficio (Daub, 2007).

Así se han establecido diferentes estándares para materializar la Responsabilidad Social en la empresa. Los más importantes y reconocidos son: ISO 26000, ICNet SR10, SGE21, EFQM, SA 8000 y EFR, siendo todos ellos certificables a excepción de ISO 26000. Por su parte, la memoria de sostenibilidad GRI, tal vez la herramienta más conocida que sigue el estándar ISO 26000, es elaborada por las organizaciones para dar a conocer a sus grupos de interés sus actividades, sus impactos y sus resultados económicos, ambientales y sociales (Global Reporting Initiative, 2018). Organiza sus contenidos en cuatro dimensiones: social, ambiental, económica e impacto de los productos (bienes y servicios).

### **Objetivos y metodología**

Tras la revisión bibliográfica sintetizada anterior, en el contexto concreto de la responsabilidad social en el entorno universitario, se trata de analizar los contenidos en dicha materia que están presentes en la formación en competencias en la Universidad de Oviedo.

De acuerdo con Vallaey (2018), la universidad debe superar el enfoque de la extensión universitaria y asumir una verdadera exigencia de responsabilidad social en su función central de formación y producción de conocimientos. En este mismo sentido, De la Cuesta (2010) destaca que la responsabilidad social en la universidad significa ofertar servicios educativos que promuevan los valores éticos, el compromiso social y el respeto al medio ambiente.

El alcance de la presente investigación se limita a los títulos de Grado que se están impartiendo durante el curso 2017-2018 en la institución asturiana de educación superior. En total 53 títulos (tabla 1), donde casi la tercera parte son del ámbito de las Ingenierías, seguido

### ***Formación en competencias socialmente responsable en la Universidad de Oviedo***

de las Ciencias Jurídico y Sociales que representan algo más de la cuarta parte de la oferta de Grados de la Universidad de Oviedo.

Para lograr el propósito descrito anteriormente se ha elegido una herramienta mixta, como es el análisis de contenidos, para realizar posteriormente un análisis de resultados tanto cuantitativo como cualitativo de los mismos. Tal como señalan Gill y Johnson (2010) es una tendencia cada vez más extendida para la recogida y análisis de datos de ambos tipos relativos a la organización empresarial. Cada metodología tiene sus fortalezas que ayuda a mitigar las debilidades de la otra (Saunders, Lewis y Thornhill, 2009).

**Tabla 1. Distribución de los grados por ramas de conocimiento en la Universidad de Oviedo**

	<b>Nº Grados</b>	<b>%</b>
Global	53	100%
Arte y Humanidades	9	16,98%
Ciencias	6	11,32%
Ciencias Salud	7	13,21%
Jurídico-Sociales	14	26,41%
Ingeniería y Arquitectura	17	32,08%

Los métodos cualitativos son adecuados en investigaciones de carácter exploratorio (Ugalde y Balbastre, 2013) y son especialmente adecuadas en estudios del ámbito de las ciencias sociales (Chavarri, 2011), dado que permiten comprender la realidad social, donde no existen generalidades, sino experiencias y opiniones de los actores sociales implicados. Este es precisamente el marco en el que se encuadra la presente investigación.

El análisis de contenido, metodología elegida, permite describir objetiva, sistemática y cuantitativa el contenido de una comunicación para realizar inferencias desde el mensaje (Berelson, 1952). Es decir, se trata de valorar la presencia de competencias vinculadas a la responsabilidad social en las memorias verificadas de los títulos de Grado objeto de estudio.

El análisis de contenidos conlleva la identificación de la información para su posterior análisis (Abela, 1998), identificando inicialmente el objeto de la investigación (Weber, 1985), seguida de la determinación de las unidades de muestreo, su definición, análisis y clasificación (Wolfe, 1991).

Para poner en marcha el estudio, los investigadores realizaron una tormenta de ideas para consensuar los términos de búsqueda, cuyo resultado fueron los 12 términos que se recogen en la tabla 2.

Tabla 2. Términos de búsqueda

<b>Multicultural</b>	<b>Responsabilidad</b>	<b>Étic-</b>
<b>Ambient-</b>	<b>Igualdad</b>	<b>Paz</b>
<b>Inclusión</b>	<b>Género</b>	<b>Diversidad</b>
<b>Desarrollo</b>	<b>Discapacidad</b>	<b>Cooperación</b>

## Resultados

De los 53 títulos de Grado analizados, en el 100% de los casos se identificaron alguna de las palabras clave de búsqueda. Este resultado muestra la integración, en mayor o menor medida, de la adquisición de competencias en materia de responsabilidad social en los procesos de enseñanza-aprendizaje planificados en la Universidad de Oviedo.

En total, se han identificado 452 competencias en las 53 memorias de Grado analizadas, lo que supone una media de 8,5 competencias de responsabilidad social por título, aunque existe una gran dispersión entre los casos (tabla 3). El Grado en Lengua Española y sus Literaturas presenta el máximo de competencias en este campo, 37, mientras que el mínimo, 1 sola, se corresponde con los Grados en Matemáticas, Logopedia y Educación Social.

Tabla 3. Distribución de número de competencias por rama de conocimiento

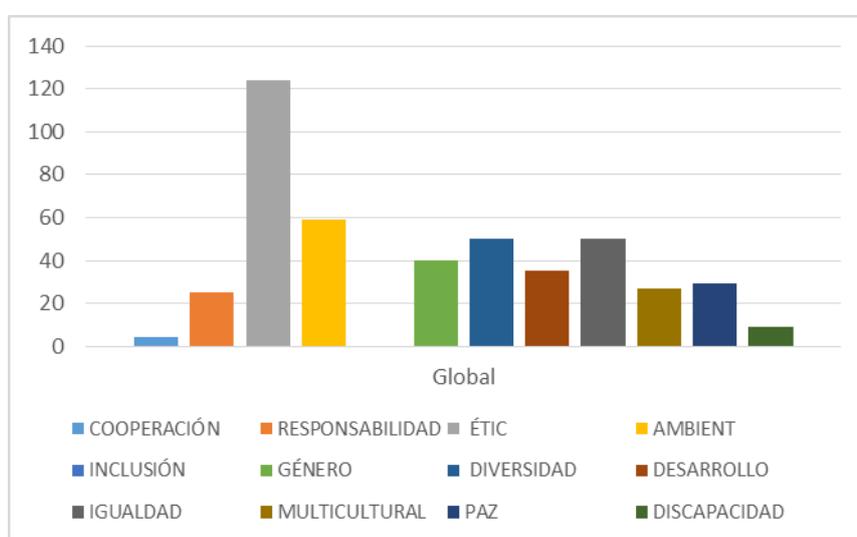
	<b>Total</b>	<b>Media</b>	<b>Máximo</b>	<b>Mínimo</b>
Global	452	8,53	37	1
Arte y Humanidades	146	16,22	37	5
Ciencias	31	5,17	9	1
Ciencias Salud	74	10,57	18	1
Jurídico-Sociales	112	8,00	17	1
Ingeniería y Arquitectura	89	5,24	12	2

La mayor parte de las competencias identificadas, 146, se reparten en los 9 Grados de Artes y Humanidades, donde de media aparecen 16 competencias por título (tabla 3). Los valores promedio más bajos, entorno a 5 competencias por título, se dan en las Ciencias y las Ingenierías.

**Formación en competencias socialmente responsable en la Universidad de Oviedo**

Pasando a analizar los términos de búsqueda seleccionados, el término “Ética/o” es el predominante (124 competencias, 27,43% de las competencias de responsabilidad social identificadas) frente al concepto “Inclusión” que no es mencionado en ninguna de las memorias de los Grados objeto de estudio (figura 1). “Ambiente/al”, “Igualdad” y “Diversidad” están en segunda posición de aparición, pero con cifras con valores entorno a 50, en valores absolutos (tabla 4).

**Figura 1 Términos de búsqueda**

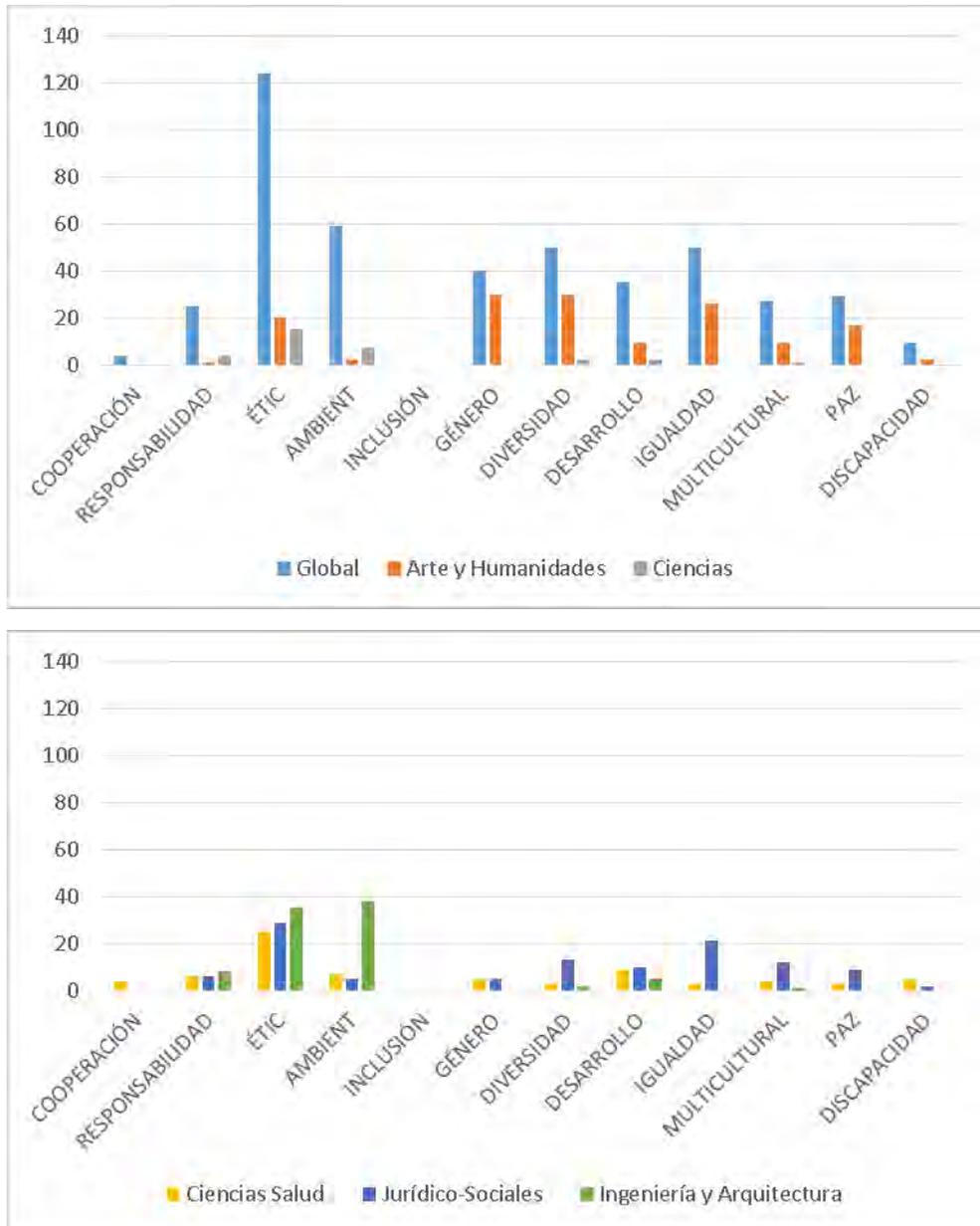


**Tabla 4. Conteo de los términos buscados**

<b>Mulicultural</b>	<b>27</b>	<b>Responsabi- lidad</b>	<b>25</b>	<b>Étic-</b>	<b>124</b>
<b>Ambient-</b>	<b>59</b>	<b>Igualdad</b>	<b>50</b>	<b>Paz</b>	<b>29</b>
<b>Inclusión</b>	<b>0</b>	<b>Género</b>	<b>40</b>	<b>Diversidad</b>	<b>50</b>
<b>Desarrollo</b>	<b>35</b>	<b>Discapaci- dad</b>	<b>9</b>	<b>Coopera- ción</b>	<b>4</b>

En la figura 2 se desglosa dicho trabajo de búsqueda por ramas de conocimiento, donde se aprecia que dicho término predominante, “Ética/o”, aparece principalmente en las Ingenierías, en Ciencias Jurídico-Sociales y en Ciencias de la Salud (más de 20 competencias encontradas).

Figura 2 Términos de búsqueda según ramas de conocimiento



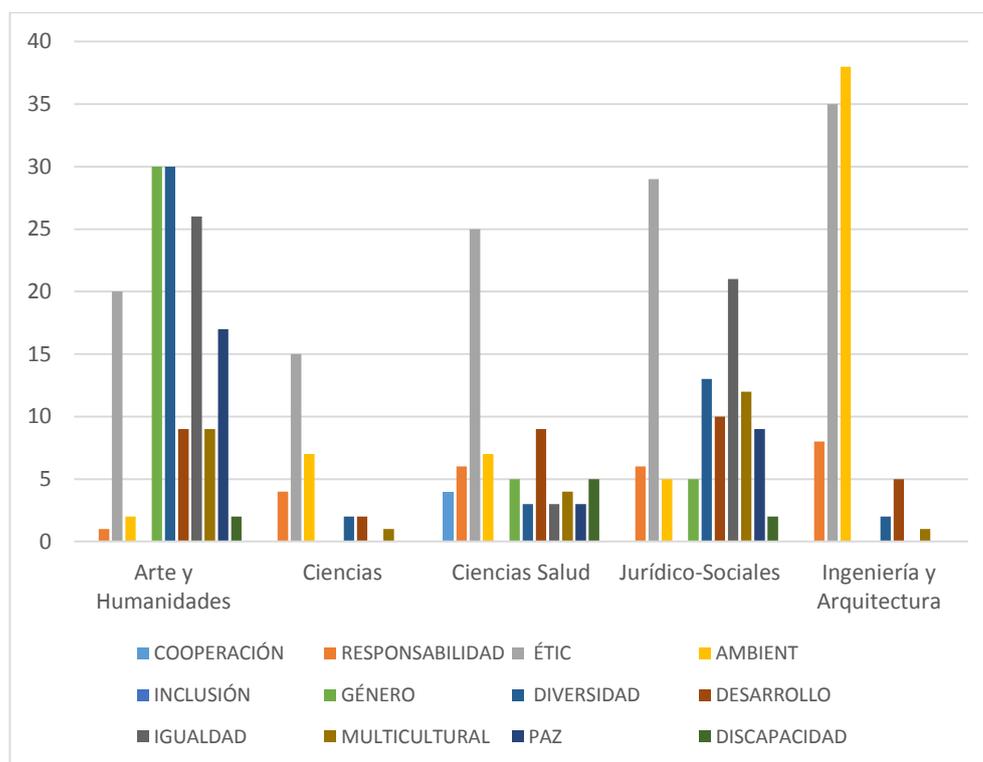
Asimismo “Ética/o” es el término que más aparece en las competencias socialmente responsables de los Grados en Ciencias, aunque solo lo hace en 15 ocasiones (figura 3). Esta es la rama donde la vinculación con la responsabilidad social en el desarrollo de competencias es menor.

### Formación en competencias socialmente responsable en la Universidad de Oviedo

Además de dicho término, que ya se comentó su clara presencia, en las Ciencias Jurídico-Sociales se encuentra en segundo lugar el término “Igualdad” (21 casos), mientras que en Ingeniería y Arquitectura es aún más predominante el concepto “Ambiente/al” (figura 3).

Finalmente, en las Artes y Humanidades, con más de 20 casos, se hayan 3 términos mencionados: “Género” (30 casos), “Diversidad” (30), e “Igualdad” (26).

Figura 3. Competencias vs ramas de conocimiento



### Conclusiones

Las competencias son un elemento clave en la formación de los estudiantes universitarios, acceden con un perfil de ingreso y deben salir con un perfil de egreso definido por cada título que debe adaptarse lo más posible a las necesidades del mercado laboral.

El trabajar las competencias es un elemento clave para ir ajustando las posibles desviaciones derivadas de las acreditaciones de los títulos.

La formación en competencias socialmente responsables en la Universidad de Oviedo es clave para que los estudiantes adquieran una formación transversal en lo que se denominan

las *soft skills* (Chamorro-Premuzic, Arteche, Bremmer, Greven y Furham, 2010). El 100% de los títulos de Grado implantados actualmente tocan, en mayor o menor medida, estos aspectos.

El término socialmente responsable predominante es “Ética/o”, y la rama de conocimiento más implicada en el desarrollo de competencias socialmente responsables es “Arte y Humanidades” seguida de las “Ciencias Jurídico-Sociales”.

## Referencias

- ABELA, J. (1998). *Las técnicas de análisis de contenido: una revisión actualizada*. Fundación Centro de Estudios Andaluces, Sevilla, 34 pp.
- BERELSON, B. (1952). *Content analysis in communication research*. The Free Press, New York, 220 pp.
- CARROLL, A.B. (1996). *Business and society; ethics and stakeholders management*. South-Western College Publishing, Cincinnati, Ohio, 672 pp.
- CARSON, T. (1993). Friedman's Theory of Corporate Social Responsibility. *Business and Professional Ethics Journal* 12(1): 3-32.
- CENDOYA, J. (2005). La responsabilidad social corporativa y el sector financiero español. *Capital Humano* 186: 62-68.
- CHAMORRO-PREMUZIC, T.; ARTECHE, A.; BREMNER, A.J.; GREVEN, C.; FURNHAM, A. (2010). Soft skills in higher education: importance and improvement ratings as a function of individual differences and academic performance. *Educational Psychology*, 30(2):221-241. ISSN 0144-3410
- CHAVARRÍA G., M. (2011). La dicotomía cuantitativo/cualitativo: falsos dilemas en investigación social. *Actualidades en Psicología* 25: 1-35.
- CUESTA, M. (2003). Responsabilidad social de la empresa: concepto, medición y desarrollo en España. *Boletín Económico de ICE* 2755: 7-19.
- DAUB, C. (2007). Assessing the quality of sustainability reporting: an alternative methodological approach. *Journal of Cleaner Production* 15(1): 75-85.
- DE LA CUESTA, M. (2010). Experiencia de reporting sobre responsabilidad social en la UNED, *II Jornadas de Responsabilidad Social de la Universidad*. Universidad Jaume I de Castellón de la Plana.
- FERNÁNDEZ MARCH, A. (2006). Metodologías activas para la formación de competencias. *Educatio Siglo XXI*, 24: 35-56.
- FREEMAN, R. (1984). *Strategic management. A stakeholder approach*. Pitman Publishing Inc, Marshfield, Massachusetts, 292 pp.

***Formación en competencias socialmente responsable en la Universidad de Oviedo***

- FRIEDMAN, M. (1962). *Capitalism and Freedom*. University of Chicago Press, Chicago, 162 pp.
- GILL, J.; JOHNSON P. (2010). *Research Methods for Managers*. Cuarta edición. SAGE Publications. Londres.
- GLOBAL REPORTING INITIATIVE (2018). [www.globalreporting.org](http://www.globalreporting.org). Última consulta: 21 de febrero.
- HOPKINS, M. (2003). *The Planetary Bargain. Corporate Social Responsibility Matters*. Routledge, Londres, 272 pp.
- HUSTED, B. Y ALLEN, D. (2001). Toward a model of corporate social strategy formulation. *Proceedings of the Social Issues in Management Division at Academy of Management Conference*, Washington D.C., 61.
- MARTÉN, I. (2005). Responsabilidad social empresarial: un debate de actualidad. *Economistas* 106: 22-30.
- MINISTROS EUROPEOS (1999): Declaración de Bolonia.
- SALAS, V. (2005). ¿Sustituye la responsabilidad social al buen gobierno de la empresa? *Economistas* 106: 4-11.
- SAUNDERS, M., LEWIS, P. & THORNHILL, A. (2009). *Research methods for business students*, Prentice Hall, Harlow (Essex), 656 pp.
- UGALDE BINDA1, N.; BALBASTRE BENAVENT, F. (2013). Investigación cuantitativa e investigación cualitativa: buscando las ventajas de las diferentes metodologías de investigación. *Ciencias Económicas* 31(2): 179-187.
- VALLAEYS, F. La Responsabilidad Social Universitaria: ¿Cómo entenderla para quererla y practicarla? Blog de ética RSU. Pontificia Universidad Católica del Perú. Disponible en <http://blog.pucp.edu.pe/item/16770> (última consulta: 26 de febrero de 2018)
- WEBER, R. (1985). Computer aided content analysis: a short primer. *Qualitative Sociology* 7: 126-147.
- WOLFE, R. (1991). The use of content analysis to assess corporate social responsibility. *Research in Corporate Social Performance and Policy* 12: 281-307.
- ZABALZA, M.A. (2003): *Competencias docentes del profesorado universitario. Calidad y desarrollo profesional*. Ediciones Narcea, Madrid.



## Competencias transversales en la asignatura “tecnología medioambiental”

R.F. Vercher<sup>a</sup>, L. Santos-Juanes<sup>a</sup>, A.M. Amat<sup>a</sup>, R. Vicente<sup>a</sup>, A. Arques<sup>a</sup>

Escuela Politécnica Superior de Alcoy-Universitat Politècnica de València.

Departamento de Ingeniería Textil y Papelera. rverche@txp.upv.es

---

### ***Abstract Times New Roman 11***

*During university development, it is considered essential not only to work on the intellectual capacities, as well the attitudes related to personal development, which do not depend on a specific thematic or disciplinary area and that are manifested in the professional performance. The Institutional Project for the implementation of transversal competences UPV was an initiative of the Vice-Rectorate of Studies, Quality and Accreditation, whose main objective is to certify the levels of students in these competences. The academic year 2014/15 was the one of the pilot experience and the academic year 2015/16 was already the beginning of the definitive implementation of the project.*

*The result of the final list of the thirteen transversal competences UPV aims to ensure that all aspects that reflect the listings of the American agency Accreditation Board for Engineering and Technology (ABET), plus the EUR-ACE seal awarded by the Euro- Network for Accreditation of Engineering Education (ENNAEE), plus those of the Spanish Royal Decrees (RD).*

**Keywords:** *Cross-cutting competences, Activities, Evaluation, Environmental.*

---

### ***Resumen***

*Durante el desarrollo universitario se considera fundamental no solo trabajar las capacidades intelectuales, también las actitudes relacionadas con el desarrollo personal, que no dependen de un ámbito temático o disciplinario específico y que se manifiestan en la actuación profesional. El Proyecto institucional de implantación de las competencias transversales UPV fue una iniciativa del Vicerrectorado de Estudios, Calidad y Acreditación, que tiene*

*como objetivo principal certificar los niveles de los alumnos en estas competencia. El curso académico 2014/15 fue el de la experiencia piloto y el curso académico 2015/16 fue ya el del comienzo de la implantación definitiva del proyecto.*

*El resultado del listado definitivo de las trece competencias transversales UPV pretende garantizar que se cubren todos los aspectos que reflejan los listados de la agencia americana Accreditation Board for Engineering and Technology, (ABET), más el sello EUR-ACE que concede la agencia European Network for Accreditation of Engineering Education (ENNAEE), más los de los Reales Decretos (RD) españoles.*

***Palabras clave:*** *Competencias transversales, Actividades, Evaluación, Medioambiental*

## **Introducción**

El aprendizaje basado en competencias significa establecer las competencias que se consideren necesarias en la sociedad actual, determinadas por las universidades con la participación de las entidades profesionales. Como consecuencia de esta colaboración apareció la propuesta de las competencias transversales que intentan delimitar las competencias fundamentales de las distintas profesiones, con el objetivo de que la Universidad ofrezca una Formación óptima a sus estudiantes.

Este tipo de aprendizaje se basa en un estudio de las exigencias profesionales que ayuda a priorizar las competencias fundamentales necesarias para una determinada profesión. El aprendizaje basado en competencias ha supuesto un cambio sustancial en la Universidad puesto que ha supuesto una modificación importante en el enfoque de la enseñanza incorporando nuevos modelos que han modificado a los anteriores representando cambios de actitudes de la comunidad universitaria.

A partir del curso 2015-2016, la Universitat Politècnica de València (UPV) trata de incorporar de manera efectiva en la formación de los estudiantes el desarrollo de competencias transversales (CT) junto a las competencias específicas, estas competencias cubren el marco de referencia de todas las titulaciones UPV, son las siguientes:

- CT-01. Comprensión e integración.
- CT-02. Aplicación y pensamiento práctico.
- CT-03. Análisis y resolución de problemas.
- CT-04. Innovación, creatividad y emprendimiento.
- CT-05. Diseño y Proyecto.

CT-06. Trabajo en equipo y liderazgo.

CT-07. Responsabilidad ética, medioambiental y profesional..

CT-08. Comunicación efectiva.

CT-09. Pensamiento crítico.

CT-10. Conocimiento de problemas contemporáneos.

CT-11. Aprendizaje permanente.

CT-12. Planificación y gestión del tiempo.

CT-13. Instrumental específica.

El objetivo final es lograr establecer una estrategia de evaluación sistemática y acreditación de dichas competencias, definiendo dónde se adquieren y cómo deben ser evaluadas.

### **Metodología**

Este comunicado presenta las tres competencias transversales implantadas junto con sus actividades y los criterios para su evaluación en la asignatura del Grado en Ingeniería Eléctrica (GIE) de la UPV del Campus de Alcoy, « Tecnología Medioambiental » ubicada según memoria verificada, en la materia producción industrial y gestión de proyectos en el módulo común a la rama industrial del curso tercer semestre B, con un valor de 4,5 ECTS, atendiendo al plan de ordenación docente de la titulación de GIE del plan de estudios de 2010, resolución del 25 de febrero de 2011 de la Secretaría General de Universidades, la asignatura Tecnología Medioambiental tiene asignados un total de 4,5 créditos, repartidos de la siguiente forma: 2,5 créditos de teoría de aula, 1 de prácticas de aula y 1 créditos de prácticas de laboratorio.

Con el aprendizaje de los contenidos de la asignatura, se pretende introducir al alumno en la comprensión y el estudio de las tecnologías medioambientales, a través de objetivos concretos, como son: los conceptos de contaminación industrial, control de la contaminación y residuos, conceptos de tecnologías de tratamientos de vertidos industriales, contaminación atmosférica, contaminación acústica. De forma paralela iniciar al alumnado en la interpretación y selección de la legislación local, autonómica, nacional y europea relacionada con la asignatura y las competencias del grado en ingeniería eléctrica.

La asignatura tecnología medioambiental fue nombrada punto de control por la Comisión Académica del Título (CAT) por lo que además trabajar los contenidos de la asignatura se han desarrollado actividades que de forma paralela al desarrollo de dichos contenidos, potenciando las habilidades de dichas competencias. Tras el desarrollo de las actividades se valora el nivel del alumno en dicha competencia, en una escala A, B, C, D que se refieren a puntuar un nivel alcanzado de la competencia con el siguiente baremo: no alcanzado (D), en desarrollo (C), adecuado (B) o excelente (A).

Competencias transversales que se trabajan en la asignatura y que son punto de control por la CAT:

- CT-06 UPV.- Trabajo en equipo y liderazgo.
- CT-08 UPV.- Comunicación efectiva.
- CT-12 UPV.- Planificación y gestión del tiempo.

Seguidamente se exponen con detalle la definición de cada una de las competencias junto con las actividades que se desarrollan y en las tablas 1,2, y 3 las rubricas que se aplican para evaluar los resultados del aprendizaje, atendiendo a los indicadores de la evidencias recomendados por el Instituto de Ciencia de la Educación UPV y seleccionadas por el profesor considerando que se adaptan a la metodología desarrollada.

#### Competencia Trabajo en Equipo y Liderazgo CT-06,

Se define como trabajar y liderar equipos de forma efectiva para la consecución de objetivos comunes, contribuyendo al desarrollo personal y profesional de los mismos. El trabajo en equipo implica crear y desarrollar un clima de confianza mutua entre los componentes que permita trabajar de forma responsable y cooperativa. El término más apropiado para describir esta situación es compartir conocimientos, compromiso y responsabilidad. Supone el reparto de tareas y roles y el respeto a las normas y reglas de juego establecidas por y para el grupo.

Esta competencia se trabaja realizando actividades grupales, equipos formados por un número de 3 o 4 alumnos, que resuelven tareas asociadas a las unidades didácticas donde hay un responsable de grupo cuya misión es, además, presentar en tiempo y forma las tareas que se realizan a lo largo del curso en la plataforma poliformat de la UPV. El alumno responsable es elegido por los miembros del grupo, que formalizan mediante un documento escrito y firmado donde se refleja las responsabilidades de los miembros y aspiraciones cuantitativas de la nota del grupo al finalizar el curso.

#### Competencia Comunicación Efectiva CT08

Comunicarse efectivamente, tanto de forma oral como escrita, significa tener desarrollada la capacidad de transmitir conocimientos y expresar ideas y argumentos de manera clara, rigurosa y convincente, tanto de forma oral como escrita, utilizando los recursos apropiados adecuadamente y adaptándose a las circunstancias y al tipo de público.

Para trabajar esta competencia se desarrollan como actividad principal foros y debates motivando a los alumnos a que discutan en el aula sobre videos o spots donde se les presentan un problema medioambiental, a ser posible, con un impacto social elevado debido a su actualidad o envergadura donde se pretende crear una situación en la que el profesor compromete a los estudiantes mediante un proceso dialéctico que previamente deben de preparar, documentándose en los medios de comunicación y buscando posibles soluciones argumentadas con rigor y lógica. El profesor cierra el debate sintetizando lo que considera importante.

**Competencia Planificación y Gestión del tiempo CT12**

Planificar adecuadamente el tiempo disponible y programar las actividades necesarias para alcanzar los objetivos, tanto académico-profesionales como personales.

Esta competencia implica ser capaz de organizar y distribuir correctamente el tiempo del que disponemos y distribuirlo en función de las actividades necesarias para alcanzar nuestros objetivos a corto, medio y largo plazo.

Las actividades que se desarrollan relacionadas con la adquisición de esta competencia consiste en la presentación de diferentes tareas que se deben preparar en unos plazos de tiempo en un horario determinado y además el segundo/tercer día de clase, los alumnos eligen una empresa donde realizar un trabajo académico y/o proyecto que consiste en estudio, investigación, evaluación y corrección de las posibles efectos de contaminación medioambiental que se produce en la actividad industrial elegida, esta actividad se considera largo plazo porque es un trabajo que se entrega al finalizar el curso. Para ello los alumnos seleccionan una actividad industrial en la que tienen fácil acceso para recopilar los datos necesarios, planifican a lo largo del curso las visitas y medidas a realizar y conforme se avanza en los contenidos de la asignatura predicen las actividades contaminantes detectadas y posibles efectos medioambientales que provoca la actividad elegida, para ello seleccionan datos y realizan un seguimiento con la ayuda del profesor de la probable contaminación que se emite para poder diagnosticar posibles medidas correctoras. Se revisa por parte del profesor y se presenta siendo los criterios de evaluación la redacción del informe, exposición oral y evaluación entre iguales.

**Tabla 1. Rúbrica CT-06 Trabajo en equipo y liderazgo**

INDICADORES	DESCRIPTORES			
	D. No alcanzado	C. En desarrollo	B. Bien/ade-cuado	A. Excelente/ejem-plar
<b>Realiza las tareas que le son asignadas dentro del equipo en el plazo fijado</b>	No cumple con los objetivos comunes del equipo	Realiza las tareas asignadas parcialmente y/o no siempre cumple los plazos	Realiza las tareas asignadas dentro del plazo establecido	Realiza las tareas asignadas con un alto nivel de calidad, en los plazos establecidos
<b>Acepta y cumple los objetivos del equipo</b>	No realiza las tareas asignadas	Acepta los objetivos comunes que no entran en conflicto con sus intereses	Acepta y cumple los objetivos comunes	Cumple con los objetivos del equipo y motiva al resto de integrantes

Tabla 2. Rúbrica CT-08 Comunicación efectiva

INDICADORES	DESCRPTORES			
	D. No alcanzado	C. En desarrollo	B. Bien/ade-cuado	A. Excelente/ejem-plar
Muestra una disposición personal favorable hacia la comunicación	No interviene incluso cuando es interpelado o lo hace faltando a las normas básicas de educación y convivencia	Interviene solo cuando es interpelado y/o manifiesta actitudes poco apropiada	Interviene de manera voluntaria y evidencia indicios de escucha activa	Participa habitualmente con iniciativa y oportunidad
Transmite información relevante y sabe responder las preguntas que se le formulan	Se expresa de manera pobre y/o confusa y no sabe responder las preguntas que se le formulan	Presenta solo algunas ideas o de manera insuficiente y, pese a contestarlas, no llega a responder las preguntas que se le formulan	Expone las ideas más importantes y sabe responder correctamente a las preguntas que se le formulan	Presenta una perspectiva global y fundamenta adecuadamente las ideas que expone, respondiendo con acierto las preguntas que se le formulan

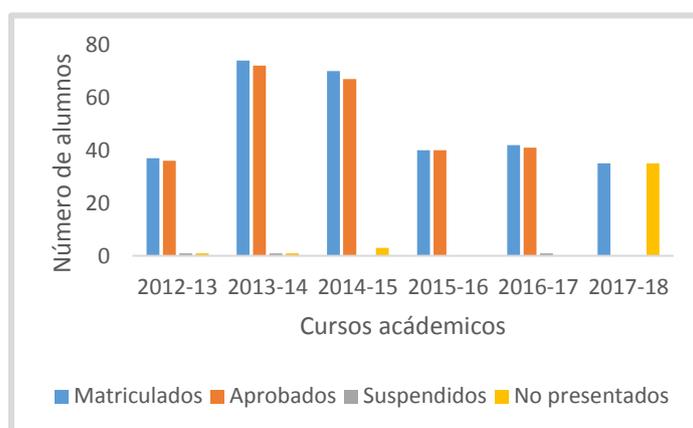
Tabla 3. Rúbrica CT-12 Planificación y gestión del tiempo

INDICADORES	DESCRPTORES			
	D. No alcanzado	C. En desarrollo	B. Bien/ade-cuado	A. Excelente/ejem-plar
<b>Jerarquiza las actividades a desarrollar a corto plazo en función de su importancia</b>	No prioriza las actividades a realizar para alcanzar los objetivos definidos	Prioriza incorrectamente las actividades necesarias a realizar para alcanzar los objetivos definidos	Prioriza en función de su urgencia las actividades necesarias a realizar para alcanzar los objetivos definidos	Prioriza en función de su importancia las actividades necesarias a realizar para alcanzar los objetivos definidos
<b>Realiza las actividades en el tiempo asignado y con el formato requerido</b>	No realiza ninguna actividad en el tiempo que se le ha asignado	Realiza alguna actividad en el tiempo asignado	Realiza las actividades en el tiempo asignado pero con el formato mínimo solicitado	Realiza las actividades en el tiempo asignado pero con el formato excelente

## Resultados

Seguidamente en el gráfico 1 se presentan los resultados académicos de la evaluación tradicional, con una escala de valoración de 1 a 10 puntos donde de 1 a 5 puntos representa suspenso y de 5 a 10 puntos aprobado, en relación con el número de alumnos matriculados y no presentados, desde el inicio de la asignatura en el curso académico 2012-13, con la implantación del Plan Bolonia en UPV

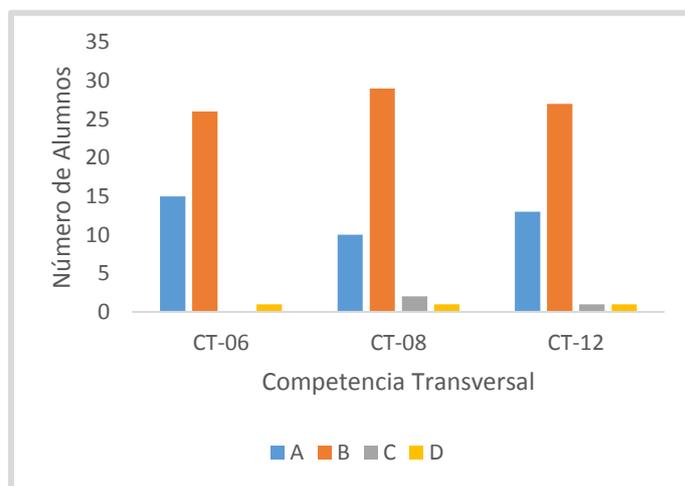
Gráfico 1. Resultados docentes evaluación tradicional



En el gráfico 2 se presentan los resultados de la evaluación del curso 2016-17, que se realizó utilizando las rubricas presentadas en la metodología y con en una escala A, B, C, D que se de puntuación mediante el nivel alcanzado de la competencia siendo el baremo el siguiente: no alcanzado (D), en desarrollo (C), adecuado (B) o excelente (A).

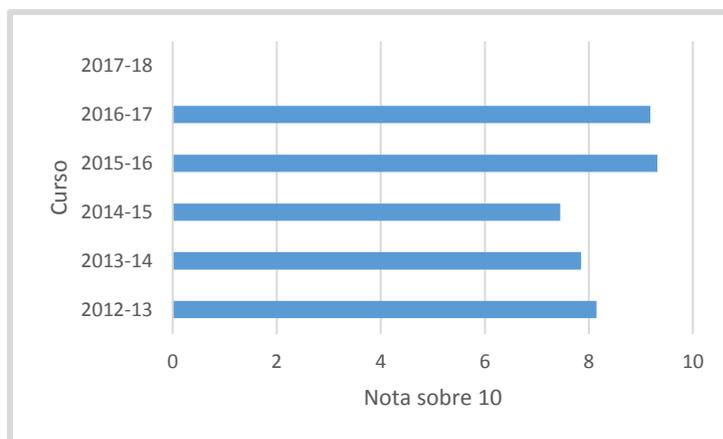
De forma paralela se llevo a cabo la evaluación tradicional de los contenidos desarrollados en el temario formados por el conjunto de teoría de aula, prácticas en el laboratorio y prácticas de aula con una evaluación tradicional compuesta por pruebas objetivas tipo test, trabajo académico, proyecto, metodo del caso, coevaluación por pares, con un peso respectivo de 30%, 20%, 20%, 20% y 10%.

**Gráfico 2. Resultados docentes de la evaluación de las competencias transversales**



Dentro del Sistema de evaluación de la Calidad de la enseñanza del profesorado la UPV, entre otras actividades, realiza una evaluación mediante encuestas que formula ICE a los alumnos, siendo los resultados obtenidos los que se presentan en el gráfico 3

**Gráfico 3. Resultados encuesta evaluación del profesor**



### Conclusiones

A partir del curso académico 2015-2016 los resultados obtenidos en el rendimiento del alumnado han sido muy buenos, desarrollándose de forma eficiente las actividades planteadas y aplicando la evaluación de las competencias transversales en el curso 2016-17 mediante la los descriptores rubrica aplicada en cada una de las competencias trabajadas.

Con el desarrollo de la competencia trabajo en equipo y liderazgo se consigue la participación y colaboración en las tareas, orientándolos hacia un trabajo en común que se considera como uno de los objetivos del desarrollo profesional. Trabajando la competencia comunicación efectiva se logra que los alumnos adquieran una mejor estructuración de los conocimientos adquiridos dado que son necesarios para realizar una buena presentación y con la competencia planificación y gestión del tiempo desarrollan la planificación sugerida por el profesor tanto a corto como a largo plazo.

Los resultados de las encuestas de satisfacción del alumnado hacia el profesor ha incrementado cuantitativamente el valor desde la puesta en marcha de esta forma de trabajar.

## Referencias

- Ábalos A., Aguilar A., Ardid M., Belda R., Castilla N., Fernandez M., Ferrando M., Gutierrez R., Palomares A., Ramón F., Sender M. [https://poliformat.upv.es/portal/site/ESP\\_0\\_2254](https://poliformat.upv.es/portal/site/ESP_0_2254)
- Alsina, J. (coord.) (2013): *Rúbricas para la evaluación de competencias*. Cuadernos de Docencia Universitaria 26. ICE (UB) y Ediciones Octaedro. Barcelona.
- Ballenato, G. (2005): *Trabajo en Equipo*. Pirámide. Madrid
- Bedoyre Q. (1993). *Como resolver problemas en equipo. Un nuevo enfoque para quienes deben lograr resultados a través de otros*. Barcelona : Granica
- Berruero J. (2003). La formación por competencias. *Estrategias de formación para el cambio organizacional*. Barcelona : CISSPRAXIS
- Bravo J.A., Gimeno A.M., Labrador M.J., Monreal Ll., Navarro A., Serra B., Verdecho M.J., Morera I., Navarro A., Serra B., -Vidaurre A. [https://poliformat.upv.es/portal/site/ESP\\_0\\_2254](https://poliformat.upv.es/portal/site/ESP_0_2254)
- Cardona P., García-Lombardía P. (2005). *Como desarrollar la competencia de liderazgo*. Pamplona :IESE.
- Caceres P., Martinez A., Noguera P., Pérez E., Sanabria E., (2014) [https://poliformat.upv.es/portal/site/ESP\\_0\\_2254](https://poliformat.upv.es/portal/site/ESP_0_2254)
- De Miguel Diaz M. (2006). *Metodología de enseñanza y aprendizaje para el desarrollo de competencias. Orientaciones para el profesorado universitario ante el Espacio Europeo de Educación superior*. Madrid, Alianza Editorial.
- Hernández F., Martínez P., Rosario P., Rubio M., (2005). *Aprendizaje, competencias y rendimiento en Educación superior*. La Muralla, Madrid.
- Poblete M. (2006). *Las copetencias, instrumento para un cambio de paradigma*. Huesca : X Simposio.
- Villa A., Poblete M.,(2007). *Aprendizaje basado en competencias*.Ed. Mensajero. Universidad de Deusto, Bilbao 325 pp.
- <http://www.upv.es/contenidos/COMPTRAN/index-es.html>.



## Actividad sobre la competencia emprendedora introduciendo Lean Startup en un grado de ingeniería

Peña Martín, Juan P.<sup>a</sup>; García Berdonés, Carmen<sup>a</sup>; Trujillo Aguilera, F. Davi<sup>a</sup>

<sup>a</sup>Departamento Tecnología Electrónica; Universidad de Málaga-Campus de Excelencia Internacional Andalucía Tech, jppena@uma.es; berdones@uma.es; fdtrujillo@uma.es

---

### **Abstract**

*This paper presents an activity that has been implemented in the last five years to develop entrepreneurial competency in an engineering degree. In the 2016-17 academic year, an extension was introduced to include agile entrepreneurship methodologies, specifically Lean Startup. The solutions given to the limitations that the academic environment imposes to the use of this type of methodologies are described and discussed here as well as the limitations of the whole activity, with respect to its teaching approach, to the competencies developed and to its evaluation. Some possible ways to overcome them in future implementations of the activity are also presented.*

**Keywords:** *Lean Startup, Project based learning, Entrepreneurial competency, Validated learning.*

---

### **Resumen**

*Este trabajo presenta una actividad que se ha implementado en los últimos cinco cursos para desarrollar la competencia emprendedora en un grado de Ingeniería. En el curso 2016-17 se ha introducido una ampliación con objeto de incluir metodologías ágiles de emprendimiento, en concreto Lean Startup. Se describen y discuten aquí tanto las soluciones dadas a las limitaciones que el entorno académico impone al uso de este tipo de metodologías como las limitaciones de la actividad completa, respecto a su enfoque docente, a las competencias desarrolladas y a su evaluación. Se presentan también algunas posibles vías para superarlas en futuras implementaciones de la actividad.*

**Palabras clave:** *Lean Startup, Aprendizaje basado en proyectos, Competencia emprendedora, Aprendizaje validado.*

## **Introducción**

La experiencia descrita aquí se enmarca dentro del “*Grado en Ingeniería de Sistemas Electrónicos*” (GISE) de la E.T.S. de Ingeniería de Telecomunicación en la Universidad de Málaga. Es un grado con atribuciones profesionales regladas de 240 créditos ECTS, orientado claramente hacia la inserción laboral y profesional en el universo de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC). Por este motivo, y desde el diseño inicial del grado, se consideró muy importante añadirle valor a la titulación complementando las competencias técnicas, en su mayor parte predefinidas por las atribuciones profesionales, con competencias generales que permitan a nuestros egresados afrontar una vida laboral que no sólo les requerirá habilidades técnicas. De hecho, en la revisión del 2015 de las estrategias educativas de la Unión Europea (UE) para la década 2010-2020 (Comisión Europea & Consejo Europeo, 2015), se aconseja reforzar algunas de estas competencias generales, incluyendo el emprendimiento que, por otra parte, ya figuraba en el marco de referencia europeo de las competencias clave para el aprendizaje permanente (Comisión Europea, 2007). La inclusión en este marco competencial de “*iniciativa y espíritu emprendedor*” se justifica, por un lado, desde una visión político-económica, ya que la UE insta a dotar de un mayor dinamismo a su economía orientándola hacia la innovación y a la creación de empleo, y, por otro, desde una visión más general, entendiendo que su adquisición contribuirá al desarrollo global de la persona que se está educando (Manso Ayuso & Thoilliez Ruano, 2015). La propuesta por parte de la UE de un marco europeo de competencias para el emprendimiento, EntreComp (Entrepreneurship Competence) (McCallum, Weicht, McMullan, & Price, 2018), refleja claramente el interés de las políticas europeas por la formación en el emprendimiento, en todas las etapas educativas y de forma coordinada.

En el caso de la Educación Superior, aunque la competencia emprendedora sí está recogida entre las sugeridas por el proyecto Tuning<sup>1</sup>, que ha tenido una gran influencia en el diseño de los Grados, no aparece explícitamente ni en el marco competencial para la acreditación de títulos de Ingeniería de alta calidad en Europa, Eur-Ace (ENAE, 2015), ni en lo exigido por las órdenes ministeriales que regulan las titulaciones de ingeniería con atribuciones profesionales. Ambos marcos se refieren explícitamente solo a la formación en prácticas empresariales, quedando al margen el fomento del emprendimiento. En este sentido, Herman & Stefanescu (2017) señalan un cierto descuido de la formación en emprendimiento de los estudiantes del área de Ingeniería cuando, en su opinión, tanto su formación práctica como tecnológica les acercaría al emprendimiento en mayor grado que otras titulaciones. Aunque también se debe mencionar que se pueden encontrar ejemplos de universidades españolas como la UPC (Politécnica de Catalunya) que han introducido la

---

<sup>1</sup> <http://www.unideusto.org/tuningeu/competences/generic.html>

competencia emprendedora entre las siete competencias genéricas que deben desarrollar todas sus titulaciones de grado<sup>2</sup>.

Por otro lado, la enseñanza-aprendizaje de la competencia emprendedora en las aulas universitarias plantea una serie de dificultades y limitaciones:

- a) El emprendimiento se puede descomponer en múltiples sub-competencias y resultados de aprendizaje. Los planes de estudios, en el mejor de los casos, no permiten dedicarle más que unas pocas horas dentro de asignaturas de propósito más amplio, con lo que sólo se pueden desarrollar algunas de las sub-competencias asociadas, cuya evaluación a corto plazo, además, resulta muy difícil salvo escasas excepciones.
- b) La metodología tradicional de docencia para el emprendimiento se ha basado y reducido, en la gran mayoría de casos, a cierta formación técnica para elaborar un plan de negocio. Si bien esta capacidad sigue siendo necesaria, representa solo una parte de la competencia y, además, ha perdido relevancia en los últimos años con la introducción de metodologías ágiles para gestión de proyectos, particularmente indicadas para entornos que presentan un grado especialmente alto de incertidumbre. Pero, al mismo tiempo, la aplicación de metodologías ágiles en un entorno puramente académico se complica por su necesidad de interacción continuada con el mundo real.

A la luz del primer bloque de dificultades, este trabajo plantea la revisión de una propuesta docente que llevamos poniendo en práctica desde hace varios años (Peña-Martín, García-Berdónés, & Molina-Tanco, 2016). Se trataba de una actividad que, con la metodología de Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP), proponía al alumnado realizar un plan de negocio convencional. Ese enfoque del proyecto emprendedor, partiendo de una planificación completa previa cuyo éxito sólo se verificará cuando esté totalmente implementado el producto y todo el plan que lo envuelve, se ha demostrado empíricamente que tiene unas tasas de supervivencia a un año vista no mayor del 10%. Por ello presentamos una modificación a nuestra propuesta inicial que introduce la metodología ágil LEAN STARTUP (Ries, 2012)<sup>3</sup>, con la que su creador dice haber conseguido tasas de supervivencia superiores al 50% lo que, sin duda, contribuye a su popularidad actual.

En el siguiente apartado se recogen los principales aspectos de las metodologías ágiles para el emprendimiento. Después se describirán sucintamente las actividades docentes que se han venido realizando desde el curso 2013-14 para el desarrollo de esta competencia, extendiéndonos particularmente en lo que se refiere a la inclusión en el proceso docente, desde el pasado curso, de LEAN STARTUP. Se sigue con un análisis de las limitaciones de la

---

<sup>2</sup> [https://www.upc.edu/ice/ca/innovacio-docent/publicacions\\_ice/arxiu/resum-en-sobre-las-competencias-genericas](https://www.upc.edu/ice/ca/innovacio-docent/publicacions_ice/arxiu/resum-en-sobre-las-competencias-genericas)

<sup>3</sup> Algunas otras propuestas para introducir en docencia otras metodologías ágiles relacionadas con el emprendimiento, pueden consultarse en (Pellicer & Batet, 2017).

actividad propuesta para terminar con algunas conclusiones y un resumen de las posibles vías futuras de superación de algunas de las limitaciones descritas.

### **Las metodologías ágiles aplicadas a la gestión de un proyecto**

Las metodologías ágiles aplicadas a la gestión de un proyecto nacieron hace poco más de una década para proyectos de software, probablemente porque es en el software donde se pueden hacer cambios con agilidad y a un coste relativamente bajo. En productos tangibles, los cambios plantean algún problema adicional que veremos más adelante. Sin embargo y en esencia, no dejan de ser una aplicación de sistemas controlados mediante realimentación, tan bien conocidos en la ingeniería de sistemas, pero aplicado ahora a un tipo de sistemas que podríamos considerar sociales.

En efecto, a un coche se le puede programar un trayecto completo y bien estudiado desde el principio, lanzándolo sin más. Alguna vez, con suerte y sin imprevistos, quizá llegue a su destino. Eso sería implementar un plan de negocio completo desde un estudio de gabinete, que solía ser el método tradicional. Requiere un estudio previo detallado y costoso, y los cambios posteriores debidos a imprevistos serán más costosos aún.

La otra alternativa para la trayectoria del coche, mucho más barata y segura, es introducir un sistema de realimentación que permita adaptar la respuesta en un tiempo real asumible. En general, esa realimentación se efectúa por los ojos del conductor y sus correcciones manuales en el volante, pero también se puede hacer con otros sistemas de sensores y actuadores. La alternativa ágil (o realimentada) no es eliminar totalmente el estudio previo y el plan como erróneamente podría creerse, sino simplificarlo a cambio de posibilitar la realimentación y la readaptación, continuamente y con el mínimo retraso. Llevado a un proyecto de emprendimiento, se trataría de partir inicialmente con un plan muy simplificado que permitirá lo antes posible y al menor coste posible, obtener realimentación de clientes representativos sobre aquellas hipótesis relacionadas con nuestro producto que nos interese validar y, a partir de esa información, reajustar lo necesario para asegurar más clientes y más satisfechos. En el lenguaje de (Ries, 2012), se habla de:

- *STARTUP*: aunque no lo traduciremos, hace mención a una empresa emergente que busca arrancar, emprender o montar un nuevo negocio, y con ideas de negocios que están empezando. A diferencia de una empresa consolidada que abra una línea de producto nueva, el futuro de una *STARTUP* está sometido a una altísima incertidumbre que es precisamente lo que esta metodología pretende gestionar.
- *PMV*: producto mínimo viable, lo más simple que nos permita obtener realimentación y poder validar (o no) nuestras hipótesis.
- *Aprendizaje validado*: resultado de la comprobación de las mencionadas hipótesis.
- *Early adopter*: expresión inglesa que traduciremos como “cliente pionero”, para referirnos a esos primeros clientes representativos que nos darán esa realimentación que nece-

sitamos para validar nuestro aprendizaje, y que suponemos particularmente interesados incluso aunque el producto esté en estado embrionario.

- *Pivotar*: Nos referiremos así a esa readaptación del plan a partir del aprendizaje validado. Pivotar puede significar no cambiar nada porque acertamos en las hipótesis (perseverar), abandonar el proyecto totalmente antes de que el coste sea excesivo, o redirigir/modificar algunas de las hipótesis de partida. Incluso en el caso de que concluyamos en abandonar, el aprendizaje obtenido puede ser muy valioso en futuros proyectos. Consideramos así positivamente los fracasos como inversiones en aprendizaje. Existen algunos pivotes típicos según Ries, en los que no entraremos en este trabajo por brevedad.

La filosofía LEAN, que podría traducirse como “delgado” o “ligero”, se viene aplicando en diversos ámbitos de la gestión empresarial. Aplicado a una STARTUP, le recomienda que se concentre sólo en las actividades y características que aportan valor para el cliente aunque, inicialmente, sólo serán hipótesis más o menos acertadas que habrá que validar mediante experimentos. Aligerando el proyecto de todo lo superfluo, pueden conseguirse ciclos de realimentación más cortos que permitan obtener rápidamente el necesario aprendizaje. En el campo del emprendimiento, cuando se trata de nuevos proyectos empresariales, este método es actualmente el recomendado por la mayoría de las consultoras del ramo. Véase, por ejemplo, (Andalucía Emprende, 2016), (EXECyL, 2014), (INNOKABI, 2018).

### **Metodología y resultados de la actividad**

En el GISE, la Orden CIN/352/2009, de 9 de febrero, establece la siguiente competencia para desarrollar: “*Conocimiento adecuado del concepto de empresa, marco institucional y jurídico de la empresa. Organización y gestión de empresas.*” Con este fin suele incorporarse a los planes de estudios al menos una asignatura de “*empresas*”. Afortunadamente, la Orden también contempla otras competencias que, de forma algo difusa, tratan la capacidad para una gestión integral de proyectos relacionados con la titulación. Es en el desarrollo de esa capacidad donde hemos introducido algunas actividades para fomento del emprendimiento, aprovechando las competencias previamente adquiridas sobre “*Organización y gestión de empresas*”<sup>4</sup>. Se dedican aproximadamente 1,5 créditos ECTS (37,5 horas de trabajo total del alumno) para esta competencia en una asignatura de tercer curso del grado, denominada “*Ingeniería de Productos Electrónicos*” (6 créditos)<sup>5</sup>. El peso de la evaluación de todas las actividades en la nota de la asignatura es del 20%.

---

<sup>4</sup> Se asume que los alumnos ya han tenido una asignatura de Empresa donde han aprendido los fundamentos de organización de empresas y sus áreas funcionales.

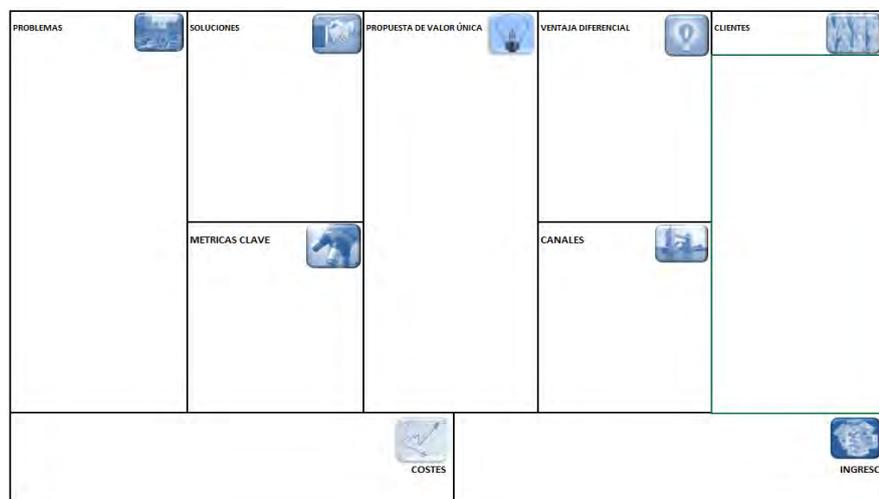
<sup>5</sup> Hay que señalar que, si bien el estudio de viabilidad de proyectos formaba parte de esta asignatura desde su concepción, tanto por peso como por enfoque la asignatura tuvo que ser reestructurada respecto a su primera edición.

A continuación describimos sucintamente la actividad, siempre sujeta a mejora continua que da lugar a algunas actualizaciones todos los años.

Como preliminares de la actividad, el estudiante recibe una formación teórica previa dentro de este módulo de la asignatura, que incluye: técnicas de desarrollo de la creatividad como la tormenta de ideas (“*brainstorming*”), la vigilancia tecnológica sistematizada o alguna de las herramientas de análisis causa-efecto<sup>6</sup>. También se da una breve introducción a la protección de la propiedad industrial. Desde hace tres cursos, se ha incorporado un taller con invitados externos de la *Fundación Pública Andaluza ‘Andalucía Emprende’*, cuyas herramientas WEB (Andalucía Emprende, 2016) puede usar el estudiante opcionalmente.

Para el desarrollo de la metodología LEAN STARTUP, se propone el uso del lienzo (Figura 1) propuesto por (Maurya, 2012), que busca la convergencia entre LEAN STARTUP y el sistema de documentación simplificado mediante lienzo propuesto por (Osterwalder, 2011). La formación teórica se completa con la estructura y contenidos fundamentales de un plan de negocio convencional y sobre cómo presentar el plan de forma atractiva. No podemos olvidar que, hoy por hoy, el plan de negocio convencional sigue siendo la tarjeta de presentación obligada de cualquier proyecto emprendedor.

Figura 1. Lienzo para LEAN STARTUP [fuente: (Andalucía Emprende, 2016)]



La parte práctica incluye la búsqueda de ideas de negocio (relacionadas con las TIC), su posterior análisis y la selección de una de ellas (mediante una tormenta de ideas y posterior estudio con tablas de preguntas-guía que se les proporcionan). Se continúa con el desarrollo de un plan “ligero” utilizando el lienzo para LEAN STARTUP, un PMV y un perfilado de

<sup>6</sup> Todas estas herramientas pueden ser utilizadas tanto para el fomento de la creatividad como para el análisis de problemas en una gestión de proyectos más convencional.

los posibles clientes pioneros. Este plan debe incluir la validación con esos clientes de las hipótesis de partida en que se basa su idea de negocio<sup>7</sup> y debe culminar con el aprendizaje validado. A partir de ese aprendizaje y pivotando lo que sea necesario, ya se elabora un plan de negocio más convencional, donde se reutiliza la información que ya teníamos del lienzo. Además, deben preparar la presentación final del plan, oral y ante un “jurado de potenciales inversores” (todos los alumnos de los demás grupos, los profesores de la asignatura y, en la medida de lo posible, invitados externos relacionados con el mundo empresarial) y, finalmente, evaluarán como inversores de los trabajos de los demás.

Todos los detalles sobre los objetivos de aprendizaje detallados que persigue este conjunto de actividades, su planificación, el diseño del trabajo grupal que implican y el método de evaluación entre pares y por el profesorado se pueden consultar en (Peña-Martín et al., 2016). A modo de resumen se presenta en la Tabla 1 cada uno de los objetivos de aprendizaje, la entrega asociada, el tipo de evaluación si procede (formativa/sumativa e individual/grupal), la herramienta usada para evaluar y su peso relativo en la puntuación (evaluación sumativa).

Allí también aparecen los resultados obtenidos respecto a rendimiento y satisfacción del alumnado, que no han variado prácticamente con la introducción de las metodologías ágiles.

**Tabla 1. Entregas, Objetivos de aprendizaje y evaluación de las actividades**

Entrega	Objetivos	Evaluación	Peso
Resultados de la tormenta de ideas, información recopilada sobre ellas y justificación de la seleccionada	Generar ideas, Valorar ideas, Aprender a aprender (búsqueda de información)	Formativa – grupal	---
Actas de las reuniones grupales <sup>8</sup>	Trabajo en grupo	Grupal. Formativa la primera entrega, sumativa el resto	15%
Evaluación de los trabajos de los otros grupos	Valorar ideas, Aprender a aprender (aprender con otros)	Individual. Sumativa	30%
Presentación oral del trabajo	Planificación proyectos emprendedores: Plan de Negocio y LEAN STAR-TUP, trabajo en grupo y expresión oral	Grupal. Evaluación sumativa mediante captación de inversiones	30%
Plan de negocio	Planificación proyectos emprendedores: Plan de Negocio y LEAN STAR-TUP, expresión escrita	Grupal. Evaluación formativa y sumativa por el profesor	25%

<sup>7</sup> Por ejemplo, se debería validar si el problema que creemos que vamos a solucionar a los clientes es verdaderamente un problema para ellos, si estarían dispuestos a pagar por una solución, si la solución que proponemos creen que es la más adecuada, si deseaban algunas características distintas (quitar características para abaratar o añadir para mejorar), si los mecanismos de distribución y venta que proponemos son satisfactorios para el cliente, etc. Nótese que, de los experimentos, podría también deducirse que nos hemos equivocado con el segmento de clientes objetivo.

<sup>8</sup> En la evaluación del trabajo en grupo, pueden tenerse en consideración actitudes individuales de algunos alumnos. Por ejemplo, puede bajarse sensiblemente esta nota a un alumno que ha tenido faltas sin justificar a las reuniones de grupo o que ha incumplido también injustificadamente sus compromisos con el grupo. En casos extremos, un alumno podría ser totalmente excluido del grupo de trabajo.

## **Análisis de la actividad**

### ***Limitaciones para la aplicación de la metodología ágil***

Como se comentó, el proceso interactivo e iterativo de la metodología resulta complejo de implementar en un entorno docente y simulado como el aula. Por ese motivo, introdujimos algunas importantes simplificaciones al proceso respecto a lo que sería en un caso real.

En primer lugar, resulta material y temporalmente inviable que cada grupo implemente un prototipo tangible como PMV. Alternativamente, los grupos deben validar sus hipótesis a partir de “un experimento” consistente en una presentación de su producto y sus características relevantes sobre papel<sup>9</sup>. Como PMV es lo mínimo, pero no podemos aspirar a más.

En segundo lugar, deben caracterizar a esos clientes pioneros y encontrar algunos. Para la caracterización pueden usar mapas de empatía cuyo significado se les explica (Figura 2), aunque no siempre van a tener acceso a potenciales clientes del mundo real con esos perfiles. En los casos que no los encuentren, la solución que estamos aplicando es que algunos profesores asumamos, a partir de ese mapa de empatía que nos proporcionan los alumnos, el rol esperado durante la entrevista. La actuación tiene cierta dificultad ya que por un lado hemos de asumir el rol prefijado, y por otro debemos dar una realimentación crítica constructiva de lo que nos presentan. Obviamente, en el ejercicio nos limitamos a un solo perfil de cliente.

En tercer lugar, la iteración del ciclo “(crear un PMV o diseñar un experimento) → (medir o validar) → (aprender para pivotar en el sentido que sea)”, que en un caso real debería hacerse varias veces (de dos a tres como mínimo), por razones de tiempo no se puede realizar más de una vez. Entendemos que puede ser suficiente para entender la metodología y realizar el ejercicio, pero no para obtener de verdad un producto exitoso.

En cuarto lugar, LEAN STARTUP pide definir métricas, indicadores que sean verdaderamente significativos del progreso de nuestro proyecto. A partir de un amplio conjunto de ejemplos, los alumnos deben definir algunos indicadores<sup>10</sup> pero, al no llegar a tener resultados reales, no va a dar tiempo ni lugar para validar realmente su idoneidad. Es una parte muy importante de la metodología que se queda al margen. En Ries (2012) se profundiza sobre el tema de las métricas y en la literatura sobre el *Cuadro de Mando Integral* se ofrecen multitud de sugerencias posibles para las métricas.

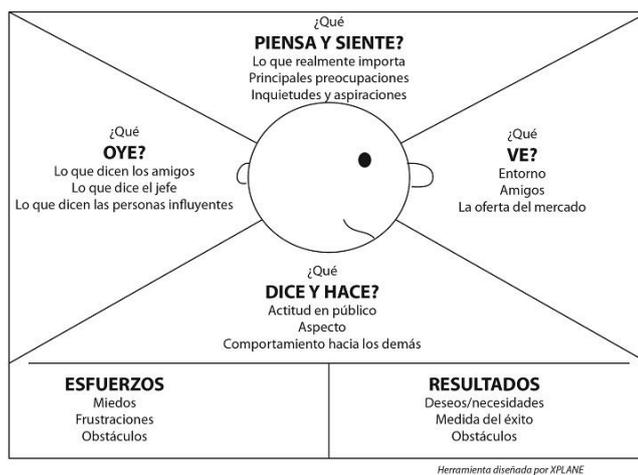
---

<sup>9</sup> Posiblemente, este sea el experimento de validación más sencillo que podemos hacer. En casos reales se pueden pensar muchas otras formas de experimentos para validar hipótesis.

<sup>10</sup> Según Ries, los indicadores deben ser pocos pero relevantes, reuniendo tres características: accionables (se ven claras las causas y los efectos de su valor), accesibles (fáciles de comprender y de calcular) y auditables (se basan en datos creíbles y contrastables).

En quinto y último lugar, las recomendaciones del modelo LEAN STARTUP a la fase de crecimiento de la empresa también representan un estadio posterior que excede el alcance de la actividad, pese a que también tiene importancia en el método.

Figura 2. Lienzo para mapa de empatía con el cliente [fuente: (INNOKABI, 2018)]



### **Enfoque docente y competencias abordadas**

Asenjo Fernández & Navío Gámez (2016) recogen tres enfoques para el aprendizaje: 1) aprender a ser una persona con espíritu emprendedor; 2) aprender a ser un/a emprendedor/a, en el campo profesional (autoempleo, startup, intra-emprendimiento) y 3) aprender a ser un académico en el área de emprendimiento, ligado a la enseñanza y la investigación.

Aunque nuestra propuesta se alinea con la segunda opción, es interesante hacer un esfuerzo para suministrar otras visiones de la competencia al alumnado, sobre todo por paliar en parte uno de los problemas que Torre Cruz, Luis Rico, Escolar Llamazares, Palmero Cámara, & Jiménez Eguizábal (2016) identifican para que los estudiantes valoren la formación en esta competencia: la imagen negativa asociada al emprendedor y la idea de que un alto número de emprendedores fracasan. Así, para mostrar la multiplicidad de contextos en los que la competencia se puede movilizar y motivar al alumnado, se puede recurrir a los trabajos de Marina (2010), que plantea la vida como una empresa y trata el emprendimiento social, de Kucel, Róbert, Buil, & Masferrer (2016) que estudia el carácter emprendedor como facilitador de búsqueda de empleo o el propio marco EntreComp, que también define la competencia de una forma amplia, reconoce el emprendimiento en cualquier situación, y suministra muchos casos prácticos.

En lo que respecta a las subcompetencias que componen la compleja competencia del emprendimiento, existen multitud de propuestas (Boyles, 2012; Kucel et al., 2016; Manso

Ayuso & Thoilliez Ruano, 2015). EntreComp ha hecho un esfuerzo de unificación y propone la descomposición que se muestra, muy resumida, en la Tabla 2.

**Tabla 2. Marco EntreComp: Áreas y competencias**

Áreas	Competencias (en negrita las abordadas por la actividad propuesta)
Ideas y oportunidades	<b>Búsqueda de oportunidades / Creatividad / Valorar ideas</b>
	Visión / Pensamiento ético y sostenible
Recursos	<b>Movilización de recursos / Educación financiera y económica</b>
	Autoeficacia y conciencia de uno mismo / Movilizar a otros / Motivación y perseverancia
Acción	Tener iniciativa
	<b>Planificación y gestión / Hacer frente a incertidumbres, riesgos y ambigüedades / Trabajar con otros / Aprendizaje mediante la experiencia</b>

Aunque entendemos que nuestra actividad aborda varias de las competencias sugeridas por EntreComp (señaladas en negrita en la Tabla 2), según este marco, nuestra actividad solo permite al estudiante alcanzar un nivel básico de la competencia. Debido al escaso número de créditos de que disponemos para su desarrollo, no podemos plantearnos una ampliación de actividades para ampliar la cobertura. Pero haremos una propuesta, relacionada con la evaluación que, en cierto modo, la ampliará.

### **Evaluación**

La medida más usada del éxito en esta formación, el número de estudiantes que finalmente emprenden un proyecto empresarial, no sólo es una medida parcial al recoger solo una de las vertientes, sino que, según Boyles (2012), ni siquiera constituye una medida adecuada ya que la mayor parte de los emprendedores empresariales comienzan su aventura a partir de los treinta años y una vez que ya han pasado por un empleo por cuenta ajena. En este sentido se han hecho otras propuestas para la evaluación en los recién egresados o en los estudiantes que están recibiendo formación en emprendimiento. Por un lado, se ha propuesto evaluar la denominada “Intención de emprender” que Liñán & Chen (2009) modelan como una combinación de la actitud hacia la puesta en marcha, la percepción de que los afectados aprobarían la decisión de convertirse en emprendedores y la percepción de la facilidad o dificultad para convertirse en emprendedor. Sobre este modelo, Entrialgo & Iglesias (2016) han estudiado las posibles influencias de la formación recibida en emprendimiento sobre los factores del modelo, sin resultado claro. Otros autores han propuesto, bien usar cuestionarios de autoevaluación, tras la experiencia propuesta para el aprendizaje, para que los propios estudiantes reflexionen sobre sus debilidades y fortalezas en la movilización de la competencia (Ling & Venesaar, 2015), o bien no evaluar la competencia en sí, sino hacer hincapié en desarrollar y evaluar las competencias subyacentes (Boyles, 2012). Nuestra propuesta de evaluación, por un lado, arrojó los mismos pobres resultados que Boyles (2012) explica respecto a la medida de los emprendedores reales detectados tras su egreso (Peña-Martín et al., 2016). Por otro lado, se asemeja a la propuesta de este mismo

autor, ya que se centra en subcompetencias particulares (Tabla 1/Tabla 2) aunque obvia las componentes actitudinales.

### **Conclusiones y líneas futuras**

Con esta actividad hemos mostrado que es posible introducir una metodología ágil en el desarrollo de la competencia emprendedora en un entorno de docencia universitaria. Aunque de manera muy simplificada, el alumno puede tomar conciencia y adquirir cierta experiencia del proceso de manera próxima a como se haría en un caso real. Entendemos que la evaluación de la competencia emprendedora, y de sus subcompetencias, que veníamos haciendo hasta ahora se queda corta, ya que lo idóneo sería, tanto hacer un seguimiento en años posteriores, fuera de nuestro alcance, como incorporar algún mecanismo para la autoevaluación del propio estudiante. Esta última opción supone un campo importante de mejora para el futuro próximo, pudiéndose abordar, bien usando directamente el cuestionario de Ling & Venesaar (2015), o elaborando una versión que incorpore una selección de los detallados resultados de aprendizaje que se pueden encontrar en EntreComp, ampliando así, además, nuestro actual enfoque docente.

### **Agradecimientos**

Este trabajo ha sido parcialmente financiado por el “I Plan Propio Integral de Docencia” y por el Proyecto de Innovación Educativa PIE 17-071, ambos de la Universidad de Málaga.

### **Referencias**

- Andalucía Emprende, Fundación Pública Andaluza – Consejería de Economía y Conocimiento, (2016). *Herramientas de gestión*. Recuperado a partir de <http://www.andaluciaemprende.es/herramientas-de-gestion>
- Asenjo Fernández, J. M., & Navío Gámez, A. (dir. . (2016, diciembre). *La competencia profesional del formador en el contexto de la formación para emprender*. Universidad Autónoma de Barcelona.
- Boyles, T. (2012). 21st century knowledge, skills, and abilities and entrepreneurial competencies: a model for undergraduate entrepreneurship education. *Journal of Entrepreneurship Education*, 15, 41-55.
- Comisión Europea. (2007). *Competencias clave para el aprendizaje permanente - Un marco de referencia europeo*. Luxemburgo: Oficina de Publicaciones Oficiales de las Comunidades Europeas.
- Comisión Europea, & Consejo Europeo. (2015). *Informe conjunto de 2015 del Consejo y de la Comisión sobre la aplicación del marco estratégico para la cooperación europea en el ámbito de la educación y la formación (ET 2020)*.
- ENAAE. (2015). *EUR-ACE® Framework Standards and Guidelines*. Recuperado a partir de <http://www.enaee.eu/wp-assets-enaee/uploads/2015/04/EUR-ACE-Framework-Standards-and-Guidelines-Mar-2015.pdf>

*Actividad sobre la competencia emprendedora introduciendo Lean Startup en un grado de ingeniería*

- Entrialgo, M., & Iglesias, V. (2016). The moderating role of entrepreneurship education on the antecedents of entrepreneurial intention. *International Entrepreneurship and Management Journal*, 12(4), 1209-1232.
- EXECyL (2014) *Emprendedor: qué debes saber sobre... Lean StartUp*. Fundación para la Excelencia Empresarial de Castilla y León.
- INNOKABI (2018). *Marketing online, Lean Startup y posicionamiento en Internet*. Recuperado a partir de <http://innokabi.com>.
- Herman, E., & Stefanescu, D. (2017). Can higher education stimulate entrepreneurial intentions among engineering and business students? *Educational Studies*, 43(3), 312-327.
- Kucel, A., Róbert, P., Buil, M., & Masferrer, N. (2016). Entrepreneurial Skills and Education-job Matching of Higher Education Graduates. *European Journal of Education*, 51(1), 73-89.
- Ling, H., & Venesaar, U. (2015). Enhancing Entrepreneurship Education in Engineering Students to Increase Their Metacognitive Abilities: Analysis of Student Self-Assessments. *Engineering Economics*, 26(3), 333-342.
- Liñán, F., & Chen, Y.-W. (2009). Development and Cross-Cultural Application of a Specific Instrument to Measure Entrepreneurial Intentions. *Entrepreneurship Theory and Practice*, 33(3), 593-617.
- Manso Ayuso, J., & Thoilliez Ruano, B. (2015). La competencia emprendedora como tendencia educativa supranacional en la Unión Europea. *Bordón. Revista de pedagogía*, 67(1), 85-100.
- Marina, J. A. (2010). La competencia de emprender. *Revista de educación*, (351), 49-71.
- Maurya, A. (2012). *Running Lean: Iterate from Plan A to a Plan That Works (Lean Series)*. O'Reilly Media Ed.
- McCallum, E., Weicht, R., McMullan, L., & Price, A. (2018). *EntreComp into Action: get inspired, make it happen*. (M. Bacigalupo & W. O'Keeffe, Eds.). Luxembourg: Oficina de Publicaciones Oficiales de las Comunidades Europeas.
- Osterwalder, A.; Pigneur, Y. (2011). *Generación de modelos de negocio*. Deusto SA Ediciones.
- Pellicer, C.; Batet, M. (2017). *Pedagogías ágiles para el emprendimiento*. FPdGi- aulaPlaneta. Recuperado a partir de <https://premios.fpdgi.org/document-actualitat/pedagogias-agiles-para-el-emprendimiento.pdf>.
- Peña-Martín, J. P., García-Berdónés, C., & Molina-Tanco, L. (2016). Desarrollo de la competencia emprendedora en un grado de ingeniería electrónica. En *XXIV Congreso de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas, 24 CUIEET*. Cádiz.
- Ries, E. (2012). *El método Lean Startup: Cómo crear empresas de éxito utilizando la innovación continua*. Barcelona: Deusto Ediciones.
- Torre Cruz, T. de la, Luis Rico, M. I., Escolar Llamazares, M. C., Palmero Cámara, M. C., & Jiménez Eguizábal, J. A. (2016). La figura del profesor como agente de cambio en la configuración de la competencia emprendedora. *Revista interuniversitaria de formación del profesorado*, (86), 131-144.



## Evaluación de la competencia transversal ‘Comunicación Efectiva’ mediante presentaciones en vídeo

L. Santos-Juanes<sup>a</sup>, R. F. Vercher<sup>a</sup>, A. Arques<sup>a</sup>, A. Doménech<sup>a</sup>

Escola Politècnica Superior d'Alcoi. Universitat Politècnica de València

<sup>a</sup> Departamento de Ingeniería Textil y Papelera. [rverche@txp.upv.es](mailto:rverche@txp.upv.es)

---

### **Abstract**

*Effective communication is one of the transversal competences that are worked on and evaluated at the Universitat Politècnica de Valencia (UPV). In this competence, the ability to clearly transmit knowledge and ideas by using the necessary resources is valued. It was decided to evaluate this competence with the performance of individual oral presentations recorded in video format to allow viewing and evaluating outside of teaching hours.*

*During the classes of this subject (Thermal Engines, 3 Grade of Mechanical Engineering) it is usual to view videos of short duration in order to understand the operation of these engines. For this reason, this type of videos are not strange to the student and in this activity they were asked to do one, explaining the characteristics, operation, applications, etc., of a commercial thermal machine.*

*The result obtained was very positive since the students were receptive to make this type of presentations and the skill and creativity of some students was enormously surprising and rewarding.*

**Keywords:** *evaluation, transversal competences, video, effective communication.*

---

### **Resumen**

*La comunicación efectiva es una de las competencias transversales que se trabajan y evalúan en la Universitat Politècnica de Valencia (UPV). En dicha competencia se valora la capacidad de transmitir conocimientos e ideas con claridad y utilizando los recursos necesarios para ello. Se decidió evaluar esta competencia con la realización de presentaciones orales individuales grabadas en formato video para que se permitiera su visionado y evaluación fuera del horario docente.*

*Evaluación de las competencias transversales “Comunicación Efectiva” mediante presentaciones en video*

*Durante las clases de esta asignatura (Máquinas Térmicas 3º Grado Ingeniería Mecánica) se suele recurrir al visionado de videos de pequeña duración para poder entender el funcionamiento de estas máquinas. Por este motivo, este tipo de videos no resultan extraños al alumno y en esta actividad se les propuso que hicieran uno explicando las características, funcionamiento, aplicaciones etc, de una máquina térmica comercial.*

*El resultado obtenido fue muy positivo ya que los alumnos fueron receptivos a realizar este tipo de presentaciones y la habilidad y creatividad de algunos alumnos fue enormemente sorprendente y gratificante.*

**Palabras clave:** *evaluación, competencias transversales, vídeo, comunicación efectiva.*

## **Introducción**

Con la creación del Espacio Europeo de Educación Superior (EEES) se han producido una serie de modificaciones en nuestro sistema universitario. El objetivo principal de estos cambios es adaptarse a una sociedad del conocimiento cada vez más globalizada y más multidisciplinar.

Para ello resulta fundamental formar a los estudiantes de manera integral y por tanto, el sistema universitario deberá ser capaz de desarrollar en cada estudiante las competencias propias de cada titulación, además de fomentar un conjunto de competencias transversales con las que cualquier titulado universitario deberá contar al terminar sus estudios (Gil, 2007).

### **1.1. Las competencias transversales en la Universitat Politècnica de València**

Las competencias transversales que se evalúan en la UPV pretenden generar un perfil competencial para todos los alumnos egresados de la UPV. Dichas competencias son las siguientes:

CT-01. Comprensión e integración

CT-02. Aplicación y pensamiento práctico

CT-03. Análisis y resolución de problemas

CT-04. Innovación, creatividad y emprendimiento

CT-05. Diseño y proyecto

CT-06. Trabajo en equipo y liderazgo

CT-07. Responsabilidad ética, medioambiental y profesional.

CT-08. Comunicación efectiva

CT-09. Pensamiento crítico

CT-10. Conocimiento de problemas contemporáneos

CT-11. Aprendizaje permanente

CT-12. Planificación y gestión del tiempo

CT-13. Instrumental específica

Para incorporar, evaluar y acreditar la adquisición de las Competencias Transversales en la UPV se establecen tres vías que son complementarias entre sí:

1. Planes de estudio

Evaluación y adquisición durante el proceso formativo a través de materias/asignaturas seleccionadas como puntos de control. Las asignaturas que son puntos de control deben diseñar actividades de aprendizaje y evaluación.

2. A través del TFG/TFM

Evaluación al finalizar los estudios (vinculado al TFG/TFM). Los trabajos fin de grado y máster ofrecen un escenario de aprendizaje especialmente adecuado para seguir desarrollando las competencias transversales, ya que implican para el estudiante una puesta en acción de muchos aprendizajes facilitando, de este modo, la integración y la transferencia de los mismos.

3. Mediante actividades extracurriculares

Dichas actividades han de evidenciar el aprendizaje en alguna/s de las competencias UPV. Dichas actividades pueden promoverse por o en la UPV (en grupos de Generación Espontánea, en Departamentos, Institutos...) o fuera del marco de la UPV (en ONGs, equipos deportivos...).

Finalmente las competencias han de evaluarse en 4 niveles de desarrollo que se presentan a continuación:

✓A: la competencia se supera *excelentemente*.

✓B: la competencia se alcanza *completamente*.

✓C: la competencia se alcanza *parcialmente*.

✓D: la competencia *no se alcanza*, es decir, el criterio no logra el nivel mínimo.

En blanco: no se tienen suficientes evidencias para valorarla (UPV, 2016)

## **1.2. La competencia transversal ‘Comunicación efectiva’**

La comunicación efectiva se define como la capacidad para transmitir conocimientos y expresar ideas y argumentos de manera clara, rigurosa y convincente, tanto de forma oral como escrita, utilizando los recursos apropiados adecuadamente y adaptándose a las circunstancias y al tipo de público.

Como en toda competencia transversal dentro de la UPV se establecen 3 niveles de dominio cuyos puntos de control se distribuyen en diferentes asignaturas de grado y post-grado. En el caso que nos ocupa, los alumnos tenían que ser evaluados de un Nivel 2 de dominio que correspondía con una asignatura de tercer curso del grado. Para la consecución de este nivel se proponen diferentes indicadores como ajustarse al tiempo establecido, expresarse de manera correcta, uso adecuado de medios de apoyo...etc.

Hay que destacar la importancia de esta competencia puesto que las habilidades comunicativas se desarrollan poco en las escuelas de ingeniería y dichas habilidades se consideran esenciales para el éxito de un ingeniero (López, 2011).

## **1.3. La asignatura Máquinas Térmicas**

La asignatura a la que se aplicó esta metodología fue a la asignatura de Máquinas Térmicas. Esta asignatura se estudia en el tercer curso del Grado de Ingeniería Mecánica (GIM) y tiene el carácter de asignatura obligatoria. Consta de dos grupos de teoría de aula y de cuatro de prácticas de aula con un total de alumnos matriculados que suele estar entre 100 y 120.

En esta asignatura se estudian los ciclos termodinámicos y los parámetros más importantes de diferentes máquinas térmicas como son los motores de combustión interna alternativos, las turbinas de vapor, las turbinas de gas o los ciclos combinados de producción de energía. Se trata por lo tanto de una asignatura de termodinámica aplicada con gran importancia en la vida cotidiana.

La importancia de esta asignatura en el GIM se demuestra no solamente por el carácter obligatorio de la asignatura si no también por ser punto de control de 3 competencias transversales: Conocimiento de problemas contemporáneos, Resolución de problemas y Comunicación efectiva. Esta última se implantó por primera vez en el curso 2016/2017 por lo que este sistema de evaluación fue incorporado por primera vez en dicho curso.

## **1. Objetivos**

El objetivo de la implantación de este método de evaluación fue el de cubrir con la necesidad de evaluar la competencia transversal ‘Comunicación efectiva’ en la asignatura Máquinas Térmicas (3º GIM).

El tipo de evaluación planteada debía no solamente cumplir con los objetivos propios de la competencia si no que además debía de poder cumplir con las horas asignadas a la asignatura.

Por ello se optó por presentaciones individuales en formato vídeo que podían ser visionadas y evaluadas fuera del horario lectivo. Además, este formato permite la visualización de las presentaciones todas las veces que se estimen oportunas.

## 2. Desarrollo de la innovación

Como ya se ha comentado en apartados anteriores, la evaluación de la competencia transversal ‘Comunicación efectiva’ en una asignatura obligatoria, con amplio temario y con unos 50 alumnos por grupo de teoría de aula se presentaba complicada. Por ello, se propuso a los alumnos de la asignatura la realización individual de vídeos/presentaciones sobre una Máquina Térmica comercial. Dicha presentación debía incluir obligatoriamente los comentarios y/o explicaciones orales del autor que podía grabar su voz sobre las diapositivas (ScreenCast) o aparecer en persona en el vídeo realizando la explicación.

La duración máxima de cada presentación se estableció de 5 minutos. Cada alumno debía ocupar la máxima cantidad de tiempo permitido para poder desarrollar su explicación correctamente. Por ello se recomendó que la duración del video no fuera nunca inferior a los 4,5 minutos ni superior a los 5 min.

La explicación oral tenía que ser fluida, clara y entendible recomendando no correr demasiado y dar la entonación adecuada en cada caso.

El alumno podía utilizar tantos medios audio-visuales como considerara oportuno: animaciones, esquemas, fotos reales, tablas, catálogos comerciales, o cualquier otro recurso que estimase necesario.

Puesto que se trata de la asignatura de Máquinas Térmicas las presentaciones tenían que incluir, a ser posible, los siguientes puntos: clasificación de la máquina térmica, ciclo termodinámico que se realiza, condiciones de trabajo, rendimiento, potencia, consumos, combustible, caudales, aplicaciones, precios etc.

Finalmente se aplicaron los mismos porcentajes de peso en la nota final a los 5 puntos que se muestran en la tabla 1.

Tabla 1. Ítems evaluados en las presentaciones

Nombre	Peso en la nota (%)
Originalidad	20

*Evaluación de las competencias transversales “Comunicación Efectiva” mediante presentaciones en video*

Calidad audiovisual	20
Comentarios	20
Contenido	20
Duración	20

### **3. Resultados**

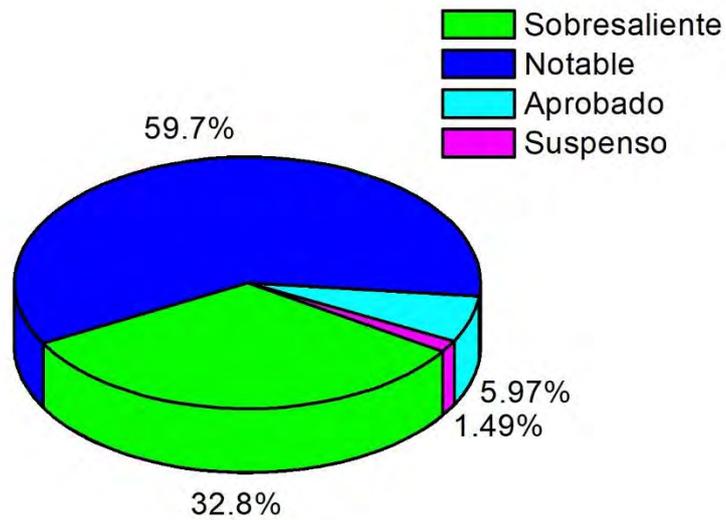
En primer lugar hay que destacar la aceptación por parte de los alumnos de esta actividad que se implantaba por primera vez en esa asignatura. Tanto la temática como el estilo dejaban bastante libertad a los alumnos y la posibilidad de trabajar en este tipo de formato les parecía muy atractiva.

En cuanto a los resultados obtenidos hay que destacar en primer lugar la alta participación. Solamente aquellos alumnos que no se presentaron a los demás actos de evaluación no participaron en esta actividad que suponía un 10% de la nota final. Eso supone alrededor de un 90% de participación de los alumnos.

En cuando a la calificación que obtuvieron los resultados fueron muy buenos. Hay que destacar como ventaja de realizar este tipo de actividades, que los alumnos de hoy en día están muy acostumbrados a la visualización de vídeos tanto de entretenimiento como educativos (tutoriales, documentales etc) e incluso algunos de los alumnos tienen sus propios vídeos publicados en internet. Esto supone una gran ventaja porque todos tienen referencias o modelos para seguir o de los que tomar ideas. Pór todo ello, no es de extrañar que casi un tercio de la clase obtuviera un sobresaliente y más de la mitad un notable (según la puntuación tradicional). Solamente hubo un alumno que suspendió esta actividad y cuyo porcentaje no llega al 2% de los alumnos que presentaron el trabajo (Figura 1).

Conviene destacar en este punto que la mayoría de los alumnos apostó por realizar presentaciones con narración (ScreenCast) sin aparecer físicamente en los vídeos. La mayoría de los vídeos se ajustaron muy bien al tiempo y la calidad audiovisual era media-alta. Por lo general, los cometarios se entendían perfectamente y la modulación y la velocidad de dicción eran adecuadas. Los puntos que fueron peor valorados fueron los de originalidad y los de calidad en los contenidos. Al tratarse de una asignatura en que se explica la termodinámica de los motores de combustión interna alternativos y siendo alumnos del Grado de Ingeniería Mecánica; una parte importante de la clase se decantó por la explicación de este tipo de máquinas térmicas ya que, además, se encuentra información relacionada con cierta facilidad. Por este mismo motivo el otro punto en el que los alumnos sacaron peor nota fue en la calidad de los contenidos, ya que parámetros como eficiencia o consumo específico no son tan fácilmente

obtenibles. Aún así, algunas presentaciones fueron verdaderamente ejemplares, usando todo tipo recursos y con contenidos de alta calidad.



*Fig. 1 Distribución de notas de las presentaciones*

Aunque tradicionalmente se evalúa con las notas de sobresaliente, notable, aprobado y suspenso; las competencias transversales se evalúan en cuatro niveles (como ya se ha comentado anteriormente). Estos niveles son: A-excelente, B-adequado, C-en desarrollo, y D-no alcanzado.

Si analizamos los resultados obtenidos en base a la forma de evaluar las competencias transversales, vemos que más del 80% de los trabajos recibieron la calificación máxima de excelente (Figura 2). Este dato deja bien claro que una amplia mayoría de los alumnos se involucró en esta actividad y la hizo bien.

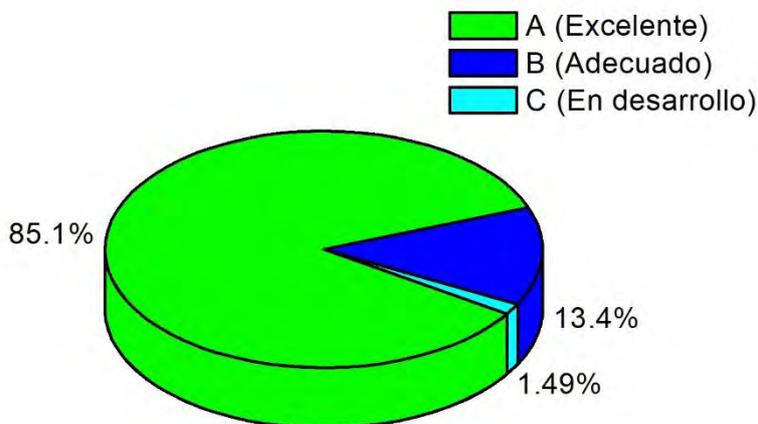


Fig. 2 Niveles de desarrollo alcanzados en la competencia

El valor de estos resultados cobra mayor importancia si se comparan con los resultados obtenidos en esta asignatura donde aproximadamente un 20% de los alumnos suspendió la asignatura, aproximadamente el 70% de la clase obtuvo la calificación de aprobado y menos de un 10% llegaron a la calificación de notable. Ningún alumno obtuvo calificaciones de sobresaliente o superiores.

#### 4. Conclusiones

Vistos los resultados obtenidos en el global de la asignatura y los obtenidos en la actividad para evaluar la competencia transversal ‘Comunicación efectiva’ se pueden realizar las siguientes conclusiones:

- La realización de vídeos es una forma útil de evaluar esta competencia cuando la posibilidad de realizar las exposiciones en clase es baja.
- Trabajar con este tipo de formatos, a los que los alumnos están muy acostumbrados, consigue una motivación extra que no se observa en el global de la asignatura.
- La participación en la actividad fue muy alta y solamente aquellos alumnos que no se presentaron a las demás pruebas de evaluación de la asignatura optaron por no presentar su vídeo (en torno a un 10%).
- Según la metodología de evaluar las competencias transversales de la UPV, más de un 80% obtuvo la máxima calificación (A-Excelente) y solamente suspendió la competencia un alumno.
- Vistos los resultados obtenidos, los profesores han decidido continuar con esta forma de evaluación, se estrenaba el curso 2016-2017, y se estudia la posibilidad de emplearla en otra asignaturas que sean punto de control de esta misma competencia transversal.

## **5. Referencias**

- Gil, C., Baños, R., Alías, A., Gil, M.D. (2007) Aprendizaje cooperativo y desarrollo de competencias. *7ª Jornada sobre aprendizaje cooperativo*. Valladolid
- López, D., Ramírez, A. (2011) Marco para el desarrollo de la competencia transversal “Comunicación Eficaz”. *XVII Jornadas de Enseñanza Universitaria de la Informática*. Sevilla.
- UPV (2016) Proyecto competencias transversales UPV.  
<https://www.upv.es/entidades/ICE/info/U0724624.pdf>



## Dinamización del aprendizaje de VHDL a través del Aprendizaje Basado en Proyectos en una asignatura de Máster

Manuel Arias, Ignacio Castro, Kevin Martín, Daniel García, Mariam Saeed

Universidad de Oviedo. Calle Pedro Puig Adam, Edificio Departamental 3, Campus de Viesques.

---

### **Abstract**

*In VHDL, instructions are not executed in a sequential way, as in traditional programming languages, but in a concurrent and continuous way. This represents the biggest problem for the students' learning as they have to completely change the way they design the programs.*

*Besides, in certain aspects there is a gap between the skills the students acquire in the university and the skills demanded by companies. Initiative, independency and autonomous learning are three of those demanded skills.*

*This paper describes the planning and content of the practical sessions of a Master's degree course focused on VHDL and FPGAs aiming at two targets:*

- *Making the students acquiring the required skills in order to be able to efficiently construct concurrent programs.*
- *Boosting the autonomous work capacity and initiative of the students.*

*To achieve these two targets, the Project Based Learning (PBL) is used in practical sessions, being organized in such a way that each project is more challenging than the previous one. In this way, a completely new programming technique can be totally acquired by the students without the initial blockage in the learning process derived from wrongly planning the VHDL programs as a sequential set of instructions. At the same time, the sessions are designed and organized trying to boost the independency and initiative of the students, simulating the conditions they will face in their future jobs.*

**Keywords:** *FPGA, VHDL, PBL, Project Based Learning, independency, Master.*

---

### **Resumen**

*En el lenguaje de programación VHDL (Very High Speed Hardware Description Language), los programas no son ejecutados instrucción a instrucción de forma secuencial, como ocurre en los lenguajes de programación tradicionales. Realmente, son descripciones de cómo se debe configurar el hardware de la FPGA (Field Programmable Gate Arrays) para llevar a cabo las tareas deseadas. Las instrucciones son, por tanto, de ejecución continua y concurrente. Esto implica un cambio de paradigma importante para el alumno en cuanto a metodología y forma de pensar, siendo el principal escollo para su aprendizaje.*

*Por otro lado, es bien conocido que existe una brecha, en ciertos aspectos, entre las competencias del alumno recién egresado y lo que demanda la industria. Tres de esos aspectos son la capacidad de trabajo autónomo, la iniciativa y la independencia.*

*En este artículo se describe el planteamiento de unas prácticas centradas en el aprendizaje de VHDL y FPGAs con dos objetivos claros:*

- *Asentar las competencias para una técnica eficiente de diseño de programas concurrentes.*
- *Fomentar el trabajo autónomo y la iniciativa.*

*Para lograr estos objetivos se plantea una organización de prácticas basadas en el Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP), donde de forma gradual los alumnos se embarquen en proyectos cada vez más complejos. De esta forma, se facilita el aprendizaje de la programación concurrente sin el escollo inicial que supone la errónea tendencia de los alumnos a desarrollar este tipo de programas desde el prisma de la ejecución secuencial. Del mismo modo, también se busca emular, hasta cierto punto, la forma en la que desarrollarán los proyectos en su futura vida laboral.*

**Palabras clave:** *FPGA, VHDL, ABP, Aprendizaje basado en proyectos, autónomo, Máster.*

### **Introducción y trabajos relacionados**

En los lenguajes de programación tradicionales, tanto a nivel ensamblador como a más alto nivel, los programas escritos son una sucesión de instrucciones que se almacenan en una memoria. Un microprocesador es el encargado de ejecutar dichas instrucciones cumpliendo la norma fundamental de que las instrucciones se ejecutan una a una de forma secuencial (considerando sistemas con un único microprocesador), por lo que el resultado de una instrucción está disponible para las instrucciones que se ejecuten a continuación.

La programación de una FPGA también se realiza mediante la escritura de un programa basado en un conjunto de instrucciones. Sin embargo, existe una diferencia fundamental, y es que este programa describe cómo debe configurarse el *hardware* interno de la FPGA para realizar la/s tarea/s descritas a través del programa. Dicho de otro modo, no existe un elemento que vaya ejecutando las instrucciones del programa una a una. Por lo tanto, cuando se analiza o desarrolla un programa de este tipo, se debe suponer que las instrucciones que lo definen se ejecutan de forma concurrente, en paralelo, y de forma ininterrumpida.

Los estudiantes de Grado en Ingeniería de Telecomunicación estudian diversos lenguajes a lo largo de la carrera (C, Python, *Scripts* de MatLab, ensamblador) aplicados a diversas plataformas (microcontroladores, microprocesadores) y fabricantes (Microchip, AMD, Texas Instruments, etc.). Como denominador común tienen (en la mayor parte de los casos) que durante los primeros cursos todos ellos son lenguajes de programación secuenciales. Como resultado, los alumnos llegan al último curso de Grado, y por defecto, al Máster, con una gran preparación y unas competencias perfectamente adquiridas para el desarrollo, optimización e interpretación de programas desde el prisma de la ejecución secuencial. Sin embargo, esto supone un escollo importante al aprendizaje de lenguajes concurrentes de descripción de *hardware*, como el VHDL, que suelen impartirse en el último curso del Grado o incluso ya en el Máster. El problema es que de forma inconsciente, los alumnos tienden a diseñar e interpretar los códigos como si se ejecutarán de forma secuencial, llevando a códigos erróneos o, en el mejor de los casos, ineficientes.

En este artículo se plantea la metodología, contenido y organización de unas prácticas basadas en el Aprendizaje Basado en Proyecto (ABP) para la asignatura Diseño Digital Avanzado, del Máster en Ingeniería de Telecomunicación de la Universidad de Oviedo. La asignatura se centra en la programación de FPGAs mediante el lenguaje de descripción de *hardware* VHDL. El Máster es generalista, habilitante, y en él confluyen estudiantes de tres especialidades del Grado (Electrónica, Teoría de la Señal y Telemática).

Dadas las circunstancias especiales antes comentadas en relación al aprendizaje de lenguajes concurrentes, el ABP puede no parecer la mejor opción. A pesar de ser una asignatura impartida a estudiantes del primer curso de Máster, con mucha experiencia acumulada en comparación a un estudiante de primer curso de Grado, su familiaridad con el tipo de programación concurrente es nula, haciendo más difícil la aplicación del ABP. Esto puede hacer preferibles unas prácticas basadas en un guion en el que se detallen todos los pasos para elaborar diversos programas, siempre desde la perspectiva de ir cubriendo lo que se acaba de ver en clase, y dejando como parte no guiada la realización de uno o dos ejercicios sencillos. La metodología de prácticas aquí planteada logra evitar este escollo planteando los pequeños proyectos con una dificultad gradual, de forma que el primero de los proyectos tiene por objetivo hacer ver a los alumnos la necesidad de cambiar la forma de plantear y desarrollar los programas concurrentes (en relación a los secuenciales), mientras que los

proyectos siguientes logran asentar y mejorar todas las competencias específicas ligadas a este tipo de programación.

Otro problema bastante común es que ciertas competencias transversales demandadas por el mercado laboral no se ven del todo potenciadas durante los estudios. Estas competencias varían dependiendo de los planteamientos particulares de cada asignatura y de cada grado, pero en ciertos casos puede asegurarse que las competencias relativas al trabajo autónomo y la iniciativa forman parte de dicho grupo, entre otros motivos por las limitaciones existentes debido a la cantidad de contenido en relación al tiempo lectivo disponible. Aprovechando que las prácticas se han planteado desde la perspectiva del ABP, y que son estudiantes de Máster, se ha tratado de fomentar estas dos competencias mediante el planteamiento de los proyectos de un modo similar a como se haría en una empresa y, además, dejando libertad a los alumnos en cuanto a las mejoras y añadidos a realizar sobre una especificación básica de condiciones a cumplir en cada proyecto.

El ABP tiene una larga y sólida implantación en asignaturas de Ingeniería [Kumar], [Rad]. Por un lado, la dinámica de trabajo del ABP, su metodología y su elemento principal del trabajo (el proyecto) encajan perfectamente con los contenidos de muchas de las asignaturas de ingeniería [Martinez-Rodrigo], [Iturregi], [Alonso-Arce], [Krithivasan] y, lo que es más importante, con el trabajo que deberá desarrollar el egresado en su futura vida laboral [Alves]. Por otro lado, el ABP permite desarrollar no sólo las competencias específicas de cada una de las asignaturas, sino competencias transversales de diversa índole (trabajo en equipo, carácter emprendedor, etc.) [Juan], [Johnson], [Martin-Gutierrez], [Soler].

Cabe destacar que el ABP tiende a una deslocalización del lugar y del tiempo de trabajo de los alumnos [Wandel], [Yamamoto], [Kim]. Por un lado, ya no es necesario (en muchas ocasiones) que los alumnos trabajen en un laboratorio o aula determinados. Pueden trabajar en sus casas, en salas de trabajo genéricas, etc. Esto tiende a fomentar el trabajo y aprendizaje autónomo, entre otros aspectos. Por otro lado, la práctica ya no está limitada a las horas presenciales. Pueden plantearse trabajos (proyectos) que impliquen una mayor inversión de horas, lo que además de ahondar en las ventajas antes dichas, permite plantear tareas más complejas con un nivel de aprendizaje mayor, multidisciplinarios, etc.

Desde el punto de vista de los alumnos, el ABP tiene un carácter motivador innegable, especialmente en el ámbito de la ingeniería [Masek], [Yajima], [Martinez-Rodrigo]. Además, la evaluación se hace sobre un trabajo para el que los alumnos han tenido tiempo suficiente para profundizar en él, detectar posibles errores, realizar ensayos, etc. [Moldovan]. Esto supone una notable ventaja frente a las pruebas basadas en un único examen o conjunto de exámenes escritos con un tiempo limitado. No por la presión o la limitación en tiempo de la prueba, ya que son dos aspectos muy presentes en el trabajo de un ingeniero y que también pueden darse en el ABP, sino por la limitación en la complejidad de lo evaluado. Con un examen tradicional, la detección de errores, su resolución, el análisis crítico de

soluciones, el aprendizaje autónomo, etc. son aspectos que quedan eliminados o limitados. Con el ABP, estos aspectos se ven, por el contrario, potenciados y reforzados.

Respecto a asignaturas centradas en desarrollo de *software*, el ABP resulta una herramienta excelente por diversos motivos [Straub], [Oliveira].

Primeramente, fomentar el trabajo en grupo [Washizaki] resulta sencillo. La división del trabajo y el reparto de tareas se basan, de forma simplificada, en dividir el programa a desarrollar en distintas secciones y asignar cada una de ellas. Esta simplicidad no representa una pérdida para el trabajo en grupo, ya que, por un lado, es preciso juntar dichas secciones al final, hacer que sean compatibles unas con otras, etc. Por otro lado, hay más tareas al margen de desarrollar el código: plantear el esquema general del programa o programas, analizar la dificultad para lograr un reparto equitativo, coordinar el desarrollo de las tareas, etc.

Además, el ABP en asignaturas de desarrollo de *software* permite, en muchos casos, desarrollar o participar en proyectos multidisciplinares [Calvo], [López-Randulfe].

Por último, el ABP en asignaturas centradas en el aprendizaje de la programación de FPGAs [Kiray] es un tema asentado y bien conocido, en el que las ventajas antes mencionadas se hacen aún más patentes dadas las particularidades de su programación.

## **Metodología**

Las prácticas se han organizado en tres fases, estando las dos últimas basadas en el ABP. En este apartado se detallarán las prácticas, se justificará su planteamiento y se explicarán los objetivos perseguidos desde una perspectiva lo más general posible, para intentar ampliar el margen de aplicabilidad de la metodología presentada.

### **Fase I.**

Los alumnos, mediante dos tutoriales redactados por los profesores, se familiarizan con el entorno de programación. El primer tutorial se centra en el manejo del entorno de programación basándose en la programación gráfica de FPGAs, ya que aún no han visto contenido suficiente como para programarlas con VHDL. El segundo tutorial se centra en el entorno de simulación (el propio de Quartus y el de Modelsim), explicando también la metodología para una depuración eficiente de errores. Esta fase es voluntaria y constituye un trabajo autónomo a realizar por los alumnos antes de comenzar con las sesiones de prácticas. Antes de comenzar la segunda fase, los alumnos pueden asistir a un seminario donde se resolverán todas las dudas surgidas y donde los profesores comentarán ciertos aspectos más específicos (programación del *hardware* de prácticas, etc.).

Debe tenerse en cuenta que en el Máster confluyen alumnos de distintas especialidades dentro del Grado de Ingeniería de Telecomunicaciones. Por lo tanto, algunos están familiarizados con dicho programa (solamente para programación gráfica de FPGAs, no para VHDL) y otros no. Se trata por tanto de un sistema que busca equalizar niveles y ese es el

motivo de que sea voluntario (no obstante, se recomienda a todos, unos para aprender y otros para recordar y asentar conocimientos).

Por otro lado, no es un objetivo final de la asignatura enseñar el manejo de una herramienta de programación específica (i.e. Quartus) empleada para programar las FPGAs de un determinado fabricante (las disponibles en prácticas). Se trata sólo de un medio para lograr el objetivo real de aprender a desarrollar programas concurrentes eficientes para cualquier plataforma (e.g. Xilinx o Altera) y con cualquier herramienta de compilación y programación disponible (e.g. ISE o Quartus). Por lo tanto, no seguir la metodología del ABP en esta fase no supone un escollo real para la metodología planteada y los objetivos perseguidos.

De hecho, el plantear la primera sesión de prácticas como un seminario también responde a otro motivo organizativo. Al tratarse de un lenguaje de programación completamente nuevo para el alumno, y con un cambio de paradigma importante, es necesario un cierto número de clases expositivas para que los alumnos lleguen a un nivel mínimo de conocimiento (instrucciones, metodologías, reglas, etc.) que les permita programar y realizar las prácticas de forma provechosa. Convertir la primera sesión en un seminario sobre el manejo del programa permite ampliar el número de clases expositivas antes de la primera sesión de prácticas en la que los alumnos deben programar empleando el VHDL (Fase II).

## **Fase II.**

Cada entregable o proyecto (en total 3) se compone de una descripción de un producto a desarrollar (juego electrónico, pasarela de comunicación I2C, filtro *Finite Impulse Response*, sistema de *Direct Digital Synthesis*, etc.). Dicha descripción es similar a la que haría un posible cliente (rol representado por el profesor). No obstante, en la realización de cada uno de los entregables los alumnos se tienen que circunscribir a una serie de condiciones de carácter docente. El motivo no es otro que lograr que pongan en práctica ciertos aspectos de lo explicado en clase (programación concurrente, empleo de jerarquías, etc.).

En la primera práctica se plantea, como condicionantes docentes, la realización de un pequeño tutorial de carácter previo y guiado por el profesor y, adicionalmente, la obligatoriedad de emplear instrucciones concurrentes en el desarrollo del producto solicitado. El tutorial busca que los alumnos vean, de forma directa, la necesidad de cambiar la forma de plantear los programas y se centra en los errores típicos de principiante que se suelen cometer en el desarrollo de programas concurrentes al plantearlos desde el prisma de la programación secuencial (obviar el efecto de los retrasos en las señales, realizar asignaciones múltiples sobre señal, no considerar el paralelismo de ejecución con independencia de ubicación dentro de código, etc.). La condición de emplear instrucciones concurrentes fuerza a poner en práctica la nueva forma de plantear programas y evita que se empleen exclusivamente las instrucciones secuenciales de VHDL. Esta práctica tiene asignada dos sesiones presenciales y una duración de tres semanas antes de su entrega (durante las cuales los

alumnos deben trabajar de forma autónoma en el desarrollo del proyecto al margen de las horas presenciales de prácticas).

En la segunda práctica, el condicionante docente es el empleo de máquinas de estado para resolver, al menos, una parte del código. El motivo es fomentar el desarrollo de códigos ordenados y el aprovechamiento de la ejecución concurrente (en este caso, de los distintos bloques empleados para implementar la máquina de estados). Las instrucciones a emplear ya no están limitadas. De nuevo, la asignación de tiempo es de dos sesiones presenciales y de tres semanas antes de la entrega.

En la última práctica, el condicionante es realizarla mediante simulación, no siendo necesario el testeo del programa en placa. Al disponer de ella, en los proyectos anteriores los alumnos tienden a realizar la depuración de errores directamente sobre dicha placa, ya que la simulación puede resultar más engorrosa en un principio. El objetivo es que los alumnos vean que, a pesar de ser algo más tedioso que programar la FPGA de la placa de prácticas directamente, el empleo de simuladores permite una mayor visibilidad de señales internas, de la interacción entre procesos, etc. Se trata de una práctica breve de una semana de duración. Ha de decirse que en la Fase I los alumnos ya han practicado con los entornos de simulación (segundo tutorial). El objetivo es que los vuelvan a usar ahora que ya tienen más experiencia con la programación concurrente, los errores típicos, etc. y puedan ser conscientes de su utilidad de una forma más clara.

### **Fase III.**

Un único proyecto en el que los alumnos deben desarrollar un producto más complejo (piano, analizador de frecuencias, etc.). En este caso, tienen total libertad en la programación y las únicas restricciones son las impuestas por el “cliente” (tonos a reproducir, rango de trabajo, etc.), no habiendo limitaciones docentes.

### **Evaluación de las prácticas**

Un aspecto común a los proyectos de las dos últimas fases es que incluyen unos requisitos mínimos de cada producto, los cuales permiten obtener una nota de 5.0 en el proyecto correspondiente. Existen también una serie de requisitos opcionales (entre las que se incluyen mejoras o añadidos pensados por los propios alumnos), los cuales permiten obtener la nota de 10. Para la evaluación de cada práctica, los alumnos deben presentar su proyecto ante el profesor, explicar sus ventajas, las soluciones adoptadas, etc. Al margen de esta defensa del producto, los alumnos también deberán explicar técnicamente el programa desarrollado.

La defensa de cada proyecto por parte de cada alumno lleva unos 15 minutos. Esto permite que pueda ser realizada durante las horas presenciales de prácticas de forma individual. El profesor va llamando a los alumnos uno a uno y procede a la evaluación, de forma que el resto de alumnos puede seguir trabajando en sus proyectos. De esta forma, no es preciso buscar un día específico para la evaluación (no causando alteraciones de agenda a los

alumnos) ni ésta supone una pérdida de tiempo sustancial en el total de horas presenciales que el alumno tiene a la semana.

## **Resultados**

Los indicadores que se plantan para evaluar la idoneidad de la metodología de prácticas propuesta son fundamentalmente tres:

### **Evolución de las notas de prácticas**

Las prácticas son el objeto principal de esta propuesta. Por lo tanto, el análisis de la evolución de las notas obtenidas por los alumnos en las mismas constituye la evaluación fundamental a realizar. Para ello, se calcula la nota media del conjunto de alumnos en las prácticas (tanto convocatoria ordinaria como extraordinarias):

Curso	Nota media	2015-2016	2016-2017
2014-2015	7,76	8,91	8,57

Como se puede apreciar, la mejora con respecto al planteamiento inicial llevado a cabo durante el primer curso académico es notable. Por lo tanto, puede concluirse que el nuevo planteamiento de prácticas parece ayudar a que los alumnos interioricen los conocimientos prácticos, realicen más tareas adicionales voluntarias (aquellas que ayudan a alcanzar notas superiores al 5,0) y participen más en la dinámica de las mismas. No obstante, los resultados no muestran una mejora estadísticamente clara (dejando al margen la puntualización realizada al final del siguiente apartado pero aplicable a este también).

### **Evolución de las notas de teoría**

Si bien las prácticas son el objetivo fundamental, éstas no pueden desarrollarse satisfactoriamente sin los conocimientos (y competencias) impartidos en las clases expositivas, pues en ellas se explican las instrucciones del nuevo lenguaje de programación, cómo éstas se traducen o cómo configuran el *hardware* de la FPGA, técnicas de programación eficiente en VHDL, aspectos avanzados de la programación, etc. Por lo tanto, resulta también interesante analizar cómo los alumnos han interiorizado dichos conocimientos y cómo son capaces de resolver los problemas de pequeña envergadura planteados en el examen teórico (no como los planteados en prácticas, que son mucho más complejos). La nota media de teoría en los tres cursos académicos en los que se ha impartido el Máster son las siguientes:

Curso	Nota media	2015-2016	2016-2017
2014-2015	6,41	6,02	6,57

En este aspecto, tampoco existen resultados concluyentes. Los resultados obtenidos se encuentran en una horquilla demasiado estrecha como para poder evaluar las ventajas e inconvenientes del método propuesto.

Cabe comentar un matiz respecto a las dos evaluaciones de la metodología propuesta. Debe tenerse en cuenta que durante los dos primeros años (especialmente el primero), el curso de Máster estaba formado por alumnos que habían aprobado todos los cursos del Grado de Ingeniería de Telecomunicación “año a año”. Es decir, se trata de estudiantes con una aptitud y actitud por encima de la media. Por lo tanto, sus resultados pueden considerarse como superiores a lo que obtendría un grupo de estudiantes estándar. En el caso del grupo de estudiantes del curso 2016-2017, el porcentaje de estudiantes del tipo “curso por año” es menor, aunque todavía por encima del valor medio. Por lo tanto, con esto en mente puede considerarse que mantener más o menos constante la nota media en prácticas y en teoría a lo largo de los tres cursos académicos, cuando el número de estudiantes “brillantes” baja, puede considerarse como un logro o mejora propiciada por la metodología propuesta.

#### **Análisis de los resultados de la encuesta**

Los profesores desarrollaron una encuesta propia con preguntas orientadas a valorar diversos aspectos de la asignatura. Las preguntas centradas en valorar el planteamiento de las prácticas son (se ha respetado la numeración original del cuestionario):

7-Las prácticas se complementan bien con el temario teórico en contenido (i.e., he podido poner en práctica, si así he querido, gran parte de lo visto en clase).

8- Las prácticas se complementan bien con el temario teórico en tiempo (i.e., lo necesario para hacerlas se ha explicado previamente).

9-Los entregables resultan de temática interesante (teniendo en cuenta las limitaciones en cuanto a la duración del curso y el número de prácticas).

10- El planteamiento de dificultad creciente en los entregables es adecuado y está bien estructurado.

11- Los guiones (no los entregables) de las primeras prácticas son fáciles de seguir y resultan útiles (IMPORTANTE: desde la perspectiva de prácticas autónomas con apoyo de tutorías más una sesión de prácticas para dudas)

12- El número de entregables resulta [0-Muy bajo, 1-Bajo, 2-Adecuado, 3-Alto, 4-Muy alto].

Las notas obtenidas en estas preguntas son las siguientes:

Pregunta	7	8	9	10	11	12
Nota	8,38	8,23	8,38	8,15	9,15	2,16

Como se puede apreciar, los alumnos valoran positivamente el nuevo planteamiento de prácticas, tanto en su coordinación con las clases expositivas como en la dificultad gradual de las mismas. Asimismo, los tutoriales iniciales de la Fase I resultan útiles y son seguidos fácilmente por los alumnos.

## **Conclusiones**

Los profesores involucrados han constatado que el planteamiento actual de las prácticas resulta adecuado y útil, especialmente según la opinión de los alumnos. Por otro lado, los profesores también han sido conscientes de los siguientes aspectos:

Instaurar una nueva metodología depende enormemente de los alumnos destinatarios. Como se comentó, existe una diferencia de actitud y aptitud media entre el grupo de estudiantes empleado para diseñar la metodología y el grupo de estudiantes que finalmente realizó las prácticas según la nueva metodología. Esto afecta sustancialmente al análisis de resultados, como ya se ha comentado, además de que debe tenerse en cuenta para las futuras modificaciones de la asignatura, tanto en sus contenidos, como en su metodología y plazos.

Los alumnos se involucran más cuando se les da libertad en las prácticas para poder llevar a cabo sus propias ideas o diseños. La parte voluntaria de las prácticas, necesaria para llegar al 10, no estaba totalmente definida, eran añadidos que los alumnos podían hacer y de cuya complejidad, calidad y buen funcionamiento dependía la nota final que obtuvieran. Prácticamente todos los alumnos llevaron a cabo mejoras y trabajos adicionales en cada práctica para poder alcanzar la nota máxima. Cada alumno realizó también trabajos adicionales propios, diferentes de los del resto de sus compañeros, reflejo de sus propios intereses y motivaciones. Al tener esta libertad y no tener un catálogo fijo de trabajos adicionales a escoger, la motivación e implicación resultaron mayores.

El hecho de poder hacer sus propios añadidos no incluidos en el guion de la práctica parece potenciar, en cierto modo, la gamificación dentro de las prácticas. Los profesores observaron que algunos alumnos tenían una especie de competición por ver quién hacía los diseños adicionales más vistosos, originales o complejos.

## **Referencias**

- [Alonso-Arce] M. Alonso-Arce, J. Añorga, S. Arrizabalaga and P. Bustamante, "A wireless sensor network PBL lab for the master in telecommunications engineering," *2016 Technologies Applied to Electronics Teaching (TAEE)*, Seville, 2016, pp. 1-8. doi: 10.1109/TAEE.2016.7528251
- [Alves] J. L. Alves, B. R. Carvalho, V. Canavarro and D. Monteiro, "Transforming waste in industrial design products for social vulnerable groups: Teaching industrial design based on real projects, a project based learning experience in Faculty of Engineering of University of Porto," *2017 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON)*, Athens, 2017, pp. 831-837. doi: 10.1109/EDUCON.2017.7942943
- [Calvo] I. Calvo, I. Cabanes, J. Quesada and O. Barambones, "A Multidisciplinary PBL Approach for Teaching Industrial Informatics and Robotics in Engineering," in *IEEE Transactions on Education*, vol. PP, no. 99, pp. 1-8. doi: 10.1109/TE.2017.2721907

- [Iturregi] A. Iturregi, E. Mate, D. M. Larruskain, O. Abarategui and A. Etxegarai, "Work in progress: Project-based learning for electrical engineering," *2017 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON)*, Athens, 2017, pp. 464-467. doi: 10.1109/EDUCON.2017.7942888
- [Johnson] B. Johnson and R. Ulseth, "Development of professional competency through professional identity formation in a PBL curriculum," *2016 IEEE Frontiers in Education Conference (FIE)*, Erie, PA, USA, 2016, pp. 1-9. doi: 10.1109/FIE.2016.7757387
- [Juan] S. Juan and Z. Lingling, "An analysis of the development of student entrepreneurship abilities based on PBL mode of instruction," *2013 6th International Conference on Information Management, Innovation Management and Industrial Engineering*, Xi'an, 2013, pp. 392-396. doi: 10.1109/ICIM.2013.6703168
- [Kim] J. Kim, "An Ill-Structured PBL-Based Microprocessor Course Without Formal Laboratory," in *IEEE Transactions on Education*, vol. 55, no. 1, pp. 145-153, Feb. 2012. doi: 10.1109/TE.2011.2156797
- [Kiray] V. Kiray, S. Demir and M. Zhaparov, "Improving Digital Electronics Education with FPGA technology, PBL and Micro Learning methods," *Proceedings of 2013 IEEE International Conference on Teaching, Assessment and Learning for Engineering (TALE)*, Bali, 2013, pp. 445-448. doi: 10.1109/TALE.2013.6654479
- [Krithivasan] S. Krithivasan, S. Shandilya, S. Shakya, K. Arya and K. Lala, "Building Inclusiveness in a PBL Based Online Robotics Competition: Challenges and Outcomes," *2016 International Conference on Learning and Teaching in Computing and Engineering (LaTICE)*, Mumbai, 2016, pp. 9-13.
- [Kumar] D. Kumar and P. Radcliffe, "Problem Based Learning for engineering," *2017 39th Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society (EMBC)*, Seogwipo, 2017, pp. 25-29. doi: 10.1109/EMBC.2017.8036754.
- [López-Randulfe] J. López-Randulfe, J. J. Rodríguez-Andina and J. Fariña, "UviSpace — A multidisciplinary PBL system based on mobile robots," *IECON 2017 - 43rd Annual Conference of the IEEE Industrial Electronics Society*, Beijing, China, 2017, pp. 3595-3600. doi: 10.1109/IECON.2017.8216609
- [Martin-Gutierrez] J. Martin-Gutierrez *et al.*, "Managing first PBL experiences: Cross competences in a traditional environment," *2015 IEEE Frontiers in Education Conference (FIE)*, El Paso, TX, 2015, pp. 1-8 doi: 10.1109/FIE.2015.7344233
- [Martinez-Rodrigo] F. Martinez-Rodrigo, L. C. Herrero-De Lucas, S. de Pablo and A. B. Rey-Boue, "Using PBL to Improve Educational Outcomes and Student Satisfaction in the Teaching of DC/DC and DC/AC Converters," in *IEEE Transactions on Education*, vol. 60, no. 3, pp. 229-237, Aug. 2017. doi: 10.1109/TE.2016.2643623
- [Masek] A. Masek, N. A. Ahmad and A. Ismail, "A comparative study of problem based learning (PBL) on students' intrinsic motivation in polytechnic," *2016 IEEE 8th International Conference on Engineering Education (ICEED)*, Kuala Lumpur, 2016, pp. 265-269. doi: 10.1109/ICEED.2016.7856085

*Dinamización del aprendizaje de VHDL a través del Aprendizaje Basado en Proyectos en una asignatura de Máster*

- [Moldovan] R. Moldovan, B. Orza, C. Porumb and S. Meza, "Blended Assessment Concepts for Formal and Informal Engineering Education," *2017 IEEE 17th International Conference on Advanced Learning Technologies (ICALT)*, Timisoara, 2017, pp. 248-250. doi: 10.1109/ICALT.2017.112
- [Oliveira] A. M. C. A. Oliveira, S. C. dos Santos and V. C. Garcia, "PBL in teaching computing: An overview of the last 15 years," *2013 IEEE Frontiers in Education Conference (FIE)*, Oklahoma City, OK, 2013, pp. 267-272. doi: 10.1109/FIE.2013.6684830.
- [Rad] A. M. Rad, T. H. Popa, V. D. Mihon and B. Iancu, "Problem-based learning and project-based learning concepts and their applications to engineering education," *2017 16th RoEduNet Conference: Networking in Education and Research (RoEduNet)*, Tg. Mures, Romania, 2017, pp. 1-6. doi: 10.1109/ROEDUNET.2017.8123746
- [Soler] J. Soler and P. H. Andersson, "Introducing process competences in a PBL-based engineering course," *2013 IEEE 5th Conference on Engineering Education (ICEED)*, Kuala Lumpur, 2013, pp. 53-56. doi: 10.1109/ICEED.2013.6908302
- [Straub] J. Straub, S. Kerlin and D. Whalen, "Teaching software project management using project based learning (PBL) and group projects," *2017 IEEE International Conference on Electro Information Technology (EIT)*, Lincoln, NE, 2017, pp. 016-021. doi: 10.1109/EIT.2017.8053323
- [Wandel] A. P. Wandel, "Team formation by region to improve outcomes for distance-education students in a PBL course," *2011 Frontiers in Education Conference (FIE)*, Rapid City, SD, 2011, pp. T4C-1-T4C-6. doi: 10.1109/FIE.2011.6142727
- [Washizaki] H. Washizaki *et al.*, "Combinations of Personal Characteristic Types and Learning Effectiveness of Teams," *2017 IEEE 41st Annual Computer Software and Applications Conference (COMPSAC)*, Turin, 2017, pp. 456-457. doi: 10.1109/COMPSAC.2017.288
- [Yajima] K. Yajima, A. Takahashi, Y. Kashiwaba and Y. Hayakawa, "The promotion of the Active Learning -DIY and student PBL at Hirose Campus," *2016 IEEE International Conference on Teaching, Assessment, and Learning for Engineering (TALE)*, Bangkok, 2016, pp. 176-180. doi: 10.1109/TALE.2016.7851790
- [Yamamoto] T. Yamamoto, M. Okunuki, K. Manabe, Wen-Chi, V. Wu and A. Y. H. Liao, "The incubator course for the global learning environment from the KU campus to Asian universities — Active learning in action: A Team-Based PBL ONLINE INTERACTIVE course proposal for Asian universities: Bridging societies and universities," *2017 10th International Conference on Ubi-media Computing and Workshops (Ubi-Media)*, Pattaya, 2017, pp. 1-4. doi: 10.1109/UMEDIA.2017.8074124



## Proyecto Solar-F. Desarrollo de un prototipo de seguidor solar.

Antonio Ortega<sup>a</sup>, Eduardo Roses<sup>a</sup>, Iván Patrao<sup>a</sup> y Juan José Cabezas<sup>a</sup>

<sup>a</sup>Florida Centre de Formació, C/Rei en Jaume I, N°2, Catarroja (Valencia), España,  
[aortega@florida-uni.es](mailto:aortega@florida-uni.es), [eroses@florida-uni.es](mailto:eroses@florida-uni.es), [ipatrao@florida-uni.es](mailto:ipatrao@florida-uni.es), [jjcabezas@florida-uni.es](mailto:jjcabezas@florida-uni.es)

---

### **Abstract**

*Solar energy is a renewable energy, obtained from solar irradiation. The most developed energy conversion technology is the photovoltaic one. Some reports from the non-profit and ecological society Greenpeace concludes that this kind of energy will deliver electric energy to 2/3 of global population in 2030.*

*A solar tracker is an electromechanical device to move the solar modules to track the sun orientation.*

*The Project Solar-F proposes, through the learn-by-doing methodology, the development of a functional prototype of a Solar Tracker to optimize the solar energy harvesting.*

*All the necessary resources, both material and formative, will be available to the students. The duration of the Project development will be two weeks at the end of each semester.*

*In this paper the key factors of this experience, launched in 2016-17 in 3rd of Industrial Electronics and Automatic Engineering Degree, will be presented.*

**Keywords:** *solar tracker, learn by doing, renewable energy.*

---

### **Resumen**

*La energía solar es una energía renovable, obtenida a partir del aprovechamiento de la radiación electromagnética procedente del Sol. La fuente de energía solar más desarrollada en la actualidad es la energía solar fotovoltaica. Según informes de la organización ecologista Greenpeace, este tipo de energía podría suministrar electricidad a dos tercios de la población mundial en 2030.*

*Proyecto Solar-F. Desarrollo de un prototipo de seguidor solar.*

*Un seguidor solar es un dispositivo electromecánico capaz de orientar de forma continuada los paneles solares de forma que éstos permanezcan aproximadamente perpendiculares a los rayos solares.*

*El Proyecto Solar-F plantea, a través de la metodología de aprendizaje por proyectos, el desarrollo de un prototipo funcional de seguidor capaz de obtener y entregar energía de la forma más eficiente posible.*

*El alumnado dispondrá de todos los recursos necesarios, tanto materiales como formativos (ya sean seminarios transversales o específicos) para alcanzar el objetivo. El tiempo disponible para la implementación del prototipo será de dos semanas al final de cada semestre.*

*En la presente comunicación se expondrán los factores claves relacionados con esta experiencia, puesta en marcha durante el curso 2016-17 en tercer curso del Grado de Ingeniería en Electrónica Industrial y Automática.*

**Palabras clave:** *seguidor solar, aprendizaje por proyectos, energía, renovable.*

## **Introducción**

El proyecto Solar-F, se enmarca dentro del desarrollo de proyectos integrados que Florida Universitaria viene poniendo en marcha cada año en todas las titulaciones desde el curso 2011-12 y que en tercer curso, consiste en dar una respuesta profesional a un problema o necesidad real planteada por una empresa, entidad u organización relacionada con la titulación.

Su realización es de carácter obligatorio para todo el alumnado matriculado en más de treinta créditos de tercer curso de Ingeniería Electrónica Industrial y Automática. Se lleva a cabo por equipos formados entre 5 y 7 alumnos/as y configurados a inicio de curso por el coordinador/a de proyecto. Cada equipo es coordinado a su vez por un alumno/a de clase que guiará al equipo hacia la consecución de los objetivos del proyecto.

Todo el profesorado del curso participa de manera coordinada en el proyecto y su gestión corresponde al profesor/a coordinador/a de proyecto integrado. Cada asignatura planifica sus objetivos a desarrollar de manera flexible, en función del problema a resolver cada curso. El volumen de participación de cada asignatura es de un 25% en lo que se refiere a evaluación final, es decir, la nota final obtenida en el proyecto se utiliza en cada asignatura como parte de la calificación individual de los/as alumnos/as.

El proyecto Solar-F tiene como objetivo general, trabajar competencias generales y específicas del grado en Ingeniería Electrónica Industrial y Automática, siguiendo la

metodología de aprendizaje por proyectos (ABP). Durante su elaboración, el alumnado también desarrolla competencias transversales entre las que destacan: trabajo en equipo, aprendizaje permanente, gestión del conflicto a través de la negociación y la toma de decisiones.

El objetivo específico del proyecto Solar-F es el diseño e implementación de un sistema seguidor solar para la obtención de un voltaje regulado de 5V de la forma más optimizada posible. Cada grupo de alumnos/as debe generar un informe técnico escrito que detalle las soluciones adoptadas para el diseño y fabricación del prototipo, también debe realizar una exposición oral donde se presenten las virtudes del diseño y se respondan las preguntas de un tribunal evaluador y finalmente se debe mostrar a dicho tribunal el funcionamiento del prototipo realizado.

### **Trabajos Relacionados**

Existen numerosos trabajos relacionados con este proyecto y con el aprendizaje basado en proyectos (ABP) en general. De hecho, el modelo de realización de proyectos integrados de Florida Universitaria se comienza a poner en marcha en el año 2010 con la colaboración de la Universitat Rovira i Virgili, cuya Escuela de Ingeniería Química tenía más de 15 años de experiencia en la implantación de un modelo similar que desarrollaba competencias transversales de manera integrada en el plan de estudios. (Witt, 2006)

Desde principios de siglo, se vienen proponiendo experiencias de ABP en titulaciones técnicas vinculadas a la rama electrónica (Araujo, 2006) con bastante éxito en lo que a resultados académicos y de percepción por parte del alumnado se refiere. En esa línea, el Proyecto Solar-F continúa la realización de proyectos en colaboración o vinculados al entorno empresarial (Ortega, 2013) que los grados de Ingeniería de Florida Universitaria han desarrollado en años anteriores, como son:

- Robot cilíndrico de aplicación industrial
- Optimización de una máquina de elevación y volcado de carga
- Proceso de manipulación y confección de productos hortofrutícolas e industriales
- Motor reductor aplicado a una cinta transportadora
- Proyecto de modificación de equipo industrial
- Conjunto mecánico-robótico en colaboración con la empresa Umnixok Innovation

### **Metodología**

Para cumplir con los objetivos planteados, los equipos de trabajo compuestos por alumnado de tercer curso de ingeniería electrónica han desarrollado un plan de trabajo estructurado en dos etapas coincidentes con cada uno de los semestres lectivos.

En el primer semestre (primera etapa), se ha desarrollado un convertidor CC-CC (convertidor reductor), donde a partir de una fuente de alimentación controlable se ha

*Proyecto Solar-F. Desarrollo de un prototipo de seguidor solar.*

simulado la salida de un sistema de captación fotovoltaico. Siendo dicho sistema capaz de regular la tensión de entrada variable obtenida del sistema fotovoltaico de forma que a la salida proporciona una tensión constante de 5V (máx.1A) con la mayor eficiencia energética posible.

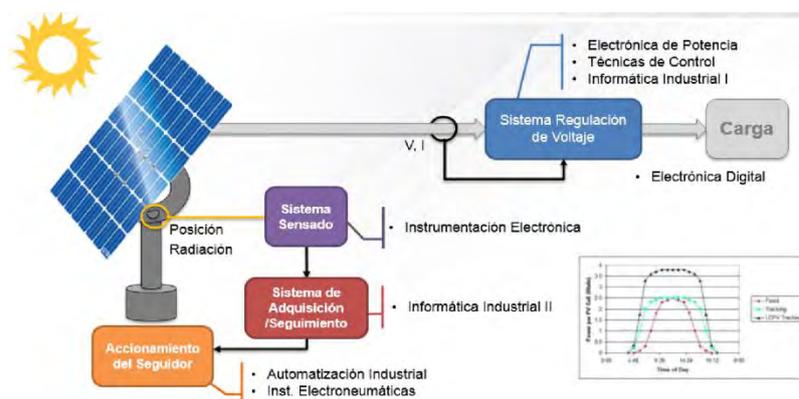
En esta etapa intervienen las asignaturas de primer semestre : “Electrónica de Potencia”, para el diseño del convertor, “Técnicas de Control”, para el diseño del regulador necesario e “Informática Industrial I”, para la implementación del *firmware* del regulador, quedando excluida la asignatura “Electrónica Digital” por no ser de aplicación directa al desarrollo del regulador.

En el segundo semestre (segunda etapa), se ha implementado un sistema de seguimiento microcontrolado adaptado a una placa solar fotovoltaica suministrada, donde dicho sistema debe conocer la orientación de la placa y realizar las debidas correcciones con respecto a la posición del Sol a medida que éste se desplace para maximizar la radiación recibida por la placa solar en todo momento.

En esta etapa intervienen las asignaturas de segundo semestre : “Instrumentación Electrónica”, para el diseño del sistema de adecuación y medida, “Automatización Industrial”, para la implementación del sistema de accionamiento e “Informática Industrial II”, para la adquisición de información y gestión del seguidor, quedando excluida “Instalaciones Electroneumáticas” por no ser de aplicación directa al desarrollo del prototipo.

En la figura 1 se muestra gráficamente los sistemas a implementar en ambas etapas vinculados a las asignaturas de tercer curso de Ingeniería Electrónica Industrial y Automática.

**Figura 1 Sistemas a implementar para proyecto Solar-F**



En cuanto a la temporalización de ambas etapas, comentar que, si bien el trabajo nuclear de implementación de los diseños se realiza los 15 últimos días de cada semestre, durante el resto del tiempo (una o dos horas semanales), el alumnado realiza una serie de seminarios para completar los conocimientos técnicos previos que podrían ser necesarios, entre los que se pueden citar:

- Seminarios técnicos: diseño y prototipado de circuitos electrónicos, taller de soldadura SMD, filtrado y procesado de señal digital.
- Seminarios técnicos específicos: energía fotovoltaica, técnicas y algoritmos de seguimiento solar, modelizado de convertidores de potencia, diseño de control de convertidores de potencia, control de posición, comunicaciones.

Durante las dos últimas semanas de cada semestre, no hay clases, entendidas de la manera tradicional. Los equipos acuden al laboratorio en un horario flexible, si bien el profesorado está disponible de manera presencial en el horario correspondiente a su asignatura y durante ese tiempo tutoriza o guía a aquellos equipos que solicitan su ayuda. Ver figura 2.

**Figura 2 Alumnado implementando el panel solar con seguidor**



## **Resultados**

La totalidad de los equipos consiguieron cumplir, en mayor o menor medida, los objetivos propuestos al inicio de curso respecto al proyecto Solar-F.

En el primer semestre se realizó el informe de planificación I, donde se recoge fundamentalmente aspectos relativos a la planificación de las tareas, organización del trabajo del equipo, uso de herramientas de evaluación intermedia de la evolución de los trabajos y demás aspectos de previsión para garantizar el éxito del proyecto.

Posteriormente los equipos fueron elaborando un informe técnico a modo de memoria donde se recogían todos los aspectos relacionados con el diseño e implementación del

*Proyecto Solar-F. Desarrollo de un prototipo de seguidor solar.*

convertidor CC-CC, como: estado del arte, metodología, cálculos, diseños, pruebas y medidas, conclusiones técnicas, etc.

Al final del semestre, los equipos presentaron sus prototipos de convertidores ante el tribunal evaluador realizando una exposición de los aspectos más significativos vinculados a la elaboración de los mismos, respondiendo de manera individual a las preguntas realizadas y mostrando el buen funcionamiento de dicho prototipo.

En el segundo semestre el proceso fue análogo al seguido en el primer semestre realizándose un informe de planificación II, una memoria final e implementándose un prototipo completo de seguidor solar que integraba el convertidor diseñado en el primer semestre. Los equipos volvieron a demostrar el funcionamiento y a defender las virtudes de sus diseños ante un tribunal evaluador.

En la figura siguiente se muestran imágenes de uno de los prototipos diseñados.

**Figura 3 Presentación de uno de los prototipos diseñados**



Colateralmente al diseño e implementación de los distintos sistemas electrónicos, el desarrollo del proyecto Solar-F supuso la realización por parte de los equipos de una serie de trabajos adicionales, entre los que destacan: diseño e implementación del rodamiento en impresora 3D y fabricación de soporte estructural de madera.

Finalmente comentar que el alumnado ha realizado una coevaluación de los compañeros, donde las evaluaciones entre pares han sido sinceras y ajustadas a la realidad y al proyecto Solar-F.

También han realizado una valoración del desarrollo del proyecto (San Martín, 2016). Dicha valoración, a modo de encuesta, se ha centrado en cuatro aspectos: objetivos del proyecto, la metodología de trabajo, el procedimiento y criterios de evaluación, y finalmente la relación y atención con el alumnado.

En la siguiente tabla se muestra la relación de ítems evaluados por parte del alumnado en cada uno de los aspectos, así como la valoración obtenida, en promedio, para cada uno de ellos.

**Tabla 1. Tabla de resultados de valoración del alumnado**

<b>OBJETIVOS DEL PROYECTO INTEGRADO</b>	<b>8,75</b>
1. Mejora tu formación.	9,06
2. Desarrolla las competencias y aptitudes necesarias para tu futuro profesional.	9,06
3. Promueve la conexión con el entorno socio-económico actual.	9,06
4. Complementa tu desarrollo personal.	8,75
5. Hace más atractivo tu proceso de aprendizaje.	7,81
<b>METODOLOGÍA</b>	<b>8,18</b>
6. La sesión de presentación del proyecto ha sido clarificadora.	8,13
7. La Guía docente proporciona toda la información que necesito del TI/ PI.	8,13
8. Los seminarios vinculados al desarrollo de competencias de este curso han sido útiles.	8,44
9. En las horas lectivas se han dispuesto espacios para su desarrollo.	9,06
10. El volumen de trabajo se ajusta al % dedicado en cada módulo.	6,88
11. Los materiales de trabajo y estudio son adecuados.	8,44
<b>EVALUACIÓN</b>	<b>9,06</b>
12. Conoces los instrumentos y criterios de evaluación del TI/PI.	9,06
13. El sistema de evaluación tiene en cuenta el grado de adquisición de las competencias propuestas.	9,38
14. El tutor/a realiza un seguimiento, asesora y da feedback sobre el TI/PI.	8,75
15. El profesorado nos asesora sobre el TI/PI en el marco de su módulo.	9,06
<b>RELACION Y ATENCIÓN ALUMNADO</b>	<b>8,91</b>
16. La comunicación del tutor/a y profesorado es fluida y se atienden satisfactoriamente los comentarios y sugerencias de los y las estudiantes.	9,06
17. El tutor/a está accesible (en clase, en horas de consulta, por e-mail,...)	8,75
<b>VALORACIÓN GLOBAL</b>	<b>9,06</b>
18. Estoy satisfecho/a de lo que he aprendido en el TI/PI.	9,06

Es de reseñar, en base a los resultados, que el alumnado tiene una percepción altamente positiva, mostrando su satisfacción tanto en cuanto al proceso de aprendizaje como a los resultados obtenidos.

## **Conclusiones**

El desarrollo del proyecto Solar-F ha permitido trabajar las competencias transversales mediante la metodología del aprendizaje por proyectos. Aunque no es objeto de la presente comunicación, Solar-F también ha permitido integrar la coevaluación o evaluación entre pares del alumnado, pues éste ha trabajado en equipo un tiempo prolongado del curso lectivo. Por otra parte se ha fomentado la vinculación del alumnado con la empresa, que en definitiva era el cliente que demandaba el diseño del prototipo.

Desde el punto de vista de las asignaturas, Solar-F ha permitido contextualizar la aplicación de conocimientos y ha servido como espaldarazo a la utilidad de la formación recibida que tanto cuesta identificar al alumnado.

El desarrollo práctico, enfrentándose a un problema abierto, contribuye en gran medida al asentamiento de conceptos básicos de ingeniería que a veces pasan inadvertidos. El trabajo empírico ha aportado al alumnado un saber hacer que redundará en un aprendizaje significativo (Díaz, 2003) que a buen seguro les será útil para su futuro desempeño profesional.

El desarrollo del aprendizaje basado en proyectos orientados al diseño y prototipado de sistemas permite evidenciar el proceso de resolución de problemas en ingeniería: diseño, desarrollo, simulación, implementación y validación.

## **Referencias**

- Araujo A., San Segundo R., Macías J., Montero J.M., Nieto-Taladriz O. (2006). *Currículo en electrónica centrado en el aprendizaje basado en proyectos*. Departamento de Ingeniería Electrónica. Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Telecomunicación. Universidad Politécnica de Madrid. España.
- Díaz F. (2003). *Cognición situada y estrategias para el aprendizaje significativo*. Revista electrónica de investigación educativa, vol.5, 2. Versión On-line ISSN 1607-4041
- Ortega A., Llorca J.J., Aznar M. (2013). *Proyecto Integrado en Tercer Curso de Grado de Ingeniería Mecánica e Ingeniería Electrónica Industrial y Automática*. XXI CUIEET. Unidad de Ingeniería de Florida Universitaria. Valencia. España.
- San Martín S., Jiménez N., Jerónimo E. (2016). *La evaluación del alumnado universitario en el Espacio Europeo de Educación Superior*. Aula Abierta, 44(1), 7-14
- Witt, H., Alabart, J., Giralt, F., Herrero, J., Vernis, L. & Medir M.. (2006). *A Competency-Based Educational Model in a Chemical Engineering School*. International Journal of Engineering Education, 22, 218-235. [en línea, consultado 26 de Febrero de 2018]. Disponible en: [https://www.ijee.ie/articles/Vol22-2/01\\_Ijee1727.pdf](https://www.ijee.ie/articles/Vol22-2/01_Ijee1727.pdf)



## Definición de Tareas de Aprendizaje Basado en Proyecto Colaborativo para Ingeniería Mecatrónica

Miguel J. Prieto<sup>a</sup>, David Blanco<sup>b</sup>, Ignacio Álvarez<sup>c</sup>, Juan Díaz<sup>a</sup>, Gonzalo Valiño<sup>b</sup>,  
José Á. Sirgo<sup>c</sup>, Alberto García<sup>d</sup>, Alberto M. Pernía<sup>a</sup>

<sup>a</sup>Universidad de Oviedo, Tecnología Electrónica (DIEECS), <sup>b</sup>Universidad de Oviedo, Ingeniería de  
Procesos de Fabricación (DCIF), <sup>c</sup>Universidad de Oviedo, Ingeniería de Sistemas y Automática  
(DIEECS), <sup>d</sup>Universidad de Oviedo, Ingeniería Mecánica (DCIF)

---

### **Abstract**

*Technical education is specially indicated to apply project-based learning. This type of learning is always well received by students, since it allows them to put into practice the knowledge acquired in the lectures. However, in order to achieve satisfactory results, it is necessary that there be constant coordination between all the teachers involved in the project, and that such a project has been defined as clearly as possible.*

*This paper presents a work designed to carry out project-based learning in groups formed by students of the Master in Mechatronic Engineering of the University of Oviedo, both in the Erasmus Mundus version (EU4M) and in its local version (MUIM). The tasks to be developed in each of the blocks of the Mechatronic Project are defined, establishing a relation between all the tasks that must be taken into account in order to obtain a satisfactory result. Finally, positive aspects of the defined work are identified, as well as some others that can be improved.*

**Keywords:** *Project Based Learning; Mechatronics Engineering; Team work; Coordination.*

---

### **Resumen**

*Las enseñanzas técnicas están especialmente indicadas para aplicar un aprendizaje basado en proyectos. Este tipo de aprendizaje tiene siempre una buena acogida entre los alumnos, dado que les permite llevar a la práctica los conocimientos adquiridos en las sesiones de clases expositivas. Sin embargo, para*

*conseguir resultados satisfactorios, es preciso que exista una coordinación constante entre todos los profesores implicados en el proyecto y que este haya sido definido lo más claramente posible.*

*En este artículo se presenta un trabajo pensado para llevar a cabo un aprendizaje basado en proyectos en grupos formados por alumnos del Máster en Ingeniería Mecatrónica de la Universidad de Oviedo, tanto en la versión Erasmus Mundus (EU4M) como en su versión local (MUIM). Se definen las tareas a desarrollar en cada uno de los bloques del Proyecto Mecatrónico, estableciendo así una relación entre todas las tareas que deben ser tenidas en cuenta para obtener un resultado satisfactorio. Finalmente, se identifican los aspectos positivos del trabajo definido, así como algunos otros susceptibles de ser mejorados.*

**Palabras clave:** *Aprendizaje Basado en Proyectos; Ingeniería Mecatrónica; Trabajo en Grupo; Coordinación.*

## **Introducción**

El presente artículo describe un proyecto que se encuadra dentro de una asignatura de tercer semestre del Máster en Ingeniería Mecatrónica de la Universidad de Oviedo. Entre las líneas generales de este máster se encuentra la de llevar a cabo una docencia eminentemente práctica orientada a proyectos (Universidad de Oviedo, 2016). Los pilares de esta titulación consisten en aunar las disciplinas Mecánica, Automática y Electrónica, y abordar el diseño de un proyecto desde una óptica conjunta de las tres materias. De esta forma, los alumnos –sin ser especialistas en cada materia– llegan a estar en condiciones de abordar diseños que impliquen conceptos tan dispares *a priori* como “Internet de las Cosas” (IoT) o plegado de chapa, por ejemplo.

Persiguiendo este objetivo, y basándose en una metodología de aprendizaje basada en proyectos (Warin, 2016), la asignatura “*Diseño de un proyecto Mecatrónico Industrial*” (6 ECTS) sirve de marco para la coordinación, organización y gestión del proyecto a desarrollar, que, en el caso expuesto en este artículo, consiste en un vehículo dotado con cámara inalámbrica y guiado por gestos, al igual que la posición de la cámara. Uno de los posibles cometidos de este vehículo sin cables sería la inspección de los bajos de un vehículo, de utilidad en tareas de desactivación de explosivos, inspección mecánica, etc.

La coordinación de todos los profesores implicados en tareas de Aprendizaje Basado en Proyecto es imprescindible para el éxito final de las mismas. Ya desde las primeras etapas, es preciso establecer reuniones en las que se definan claramente cuáles son los requisitos del proyecto a desarrollar y cómo se desglosan los mismos en tareas relacionadas con las áreas

de conocimiento de cada profesor. Este desglose en tareas debe ser lo más claro posible y abordable por parte de los alumnos del curso. Definiciones imprecisas, sin garantías de poderse llevar a cabo durante el curso o de un nivel superior al de los alumnos implicados en la actividad darán lugar a situaciones de frustración y abandono que solo pueden traducirse en el fracaso de la actividad que se plantea. En este artículo se definen todas las tareas asociadas al proyecto a desarrollar por los alumnos, así como las aportaciones a realizar en varios campos: diseño mecánico, comunicación y control, dispositivos lógicos programables, alimentación de los subsistemas, fabricación y montaje. Y todo ello sin olvidar la labor de gestión de todas las tareas a desarrollar dentro de cada grupo, que hace que los alumnos sean conscientes de la importancia de la colaboración y la organización esenciales para llevar a cabo con éxito un trabajo en grupo (Herrera, 2017).

### **Trabajos Relacionados**

La aplicación de la metodología presentada en este artículo pasa por el desarrollo de varias tareas relacionadas con los distintos campos de conocimiento implicados en el correcto funcionamiento del prototipo a desarrollar. Se detallan a continuación estas tareas.

#### METODOLOGÍA DE DISEÑO MECÁNICO Y FABRICACIÓN

Desde el punto de vista mecánico, las especificaciones planteadas a los estudiantes acerca del *robot para inspección de bajos de vehículos*, se centraron en:

- Diseñar y fabricar el robot con unas dimensiones máximas que permitieran maniobrar bajo un vehículo turismo.
- Diseñar el producto orientado a la fabricación en serie del mismo, por lo que en la medida de lo posible se deberían adoptar soluciones simples y utilizando componentes comerciales. Aquellos componentes que debieran ser fabricados, estarían diseñados con características propias de los procesos de fabricación en serie que fueran seleccionados, aplicando los conocimientos y herramientas de las asignaturas mecánicas del semestre.
- Fabricar los componentes necesarios y realizar el montaje de todos ellos, garantizando el correcto funcionamiento mecánico del robot.

Para poder abordar este trabajo, se pidió a los estudiantes que llevaran a cabo las siguientes tareas:

- Analizar los componentes esenciales necesarios para la operatividad del vehículo.
- Descomponer el producto en subconjuntos mecánicos.
- Dentro de cada subconjunto, clasificar los componentes en comerciales y fabricables.
- Realizar el diseño detallado de los subconjuntos y del conjunto total, integrando entre sí todos los componentes mecánicos y no mecánicos.
- Realizar la fabricación de componentes y el montaje de los mismos.

- Llevar a cabo pruebas de funcionamiento y de ajuste para garantizar un correcto funcionamiento mecánico..

Una vez realizadas las dos primeras tareas, los estudiantes se dividieron en tres subgrupos de dos estudiantes para el diseño y fabricación de los siguientes subconjuntos:

- Sistema de transmisión y dirección
- Estructura de soporte y movimiento del sistema de inspección
- Bastidor y carcasa del robot

#### OPERATIVIDAD GENERAL DEL VEHÍCULO E IMPLICACIONES MECÁNICAS

La operatividad del robot se basa en las posibilidades de desplazamiento exigidos al vehículo (adelante/detrás/izquierda/derecha) para poder posicionarse en la zona de inspección adecuada, así como en la capacidad de orientar adecuadamente el sistema de inspección en las direcciones de guiñada (*pan*) y cabeceo (*tilt*).

Por simplicidad constructiva y de control, el sistema de tracción-dirección se diseñó conjuntamente utilizando un sistema de dos ruedas motrices de control independiente, cada una accionada por un motor paso a paso, y una rueda loca ubicada en una posición estratégica que permite un correcto y ágil direccionamiento del vehículo. La transmisión del movimiento entre motor y rueda se ha hecho a través de una reductora de engranajes epicicloidales con relación 4:1, cuya salida es directamente el eje de la rueda.

Por su parte, el mecanismo de soporte para el sistema de inspección por visión es de tipo *pan&tilt*, con servomotores de accionamiento directo sobre las partes móviles.

Asimismo, se ha utilizado un bastidor-carcasa portadora de todos los elementos del robot, tanto las ruedas de tracción y loca, el *pan&tilt*, así como el resto de componentes necesarios (batería, placas, conectores y cableado).

#### FABRICACIÓN Y MONTAJE

A lo largo de todo el proyecto se trató de que las diferentes partes del prototipo pudieran fabricarse con coste reducido, pero haciendo ver en todo momento a los alumnos cuáles serían los procesos de fabricación que habría que seguir en un proceso de fabricación en serie. Para la reductora epicicloidal se utilizaron componentes comerciales como los pasadores, casquillos de fricción y rodamientos. El eje de salida y el casquillo de apoyo en el rodamiento han sido fabricados tal y como se haría en el proceso de fabricación en serie: con acero F1125 por torneado. Otros elementos se obtuvieron con fabricación aditiva de ABS: la carcasa (que industrialmente se haría mediante inyección a presión de una aleación de aluminio y mandrinado de los asientos para los rodamientos), los engranajes del planetario (en serie serían mecanizados en bronce) y la reductora, cuyo reducido tamaño dificulta el uso de engranajes comerciales.

La estructura *pan&tilt* fue diseñada y construida en chapa de aluminio de 2 mm de espesor, mediante procesos de corte por láser y plegado. En la fabricación en serie de los componentes se prevé realizar el corte y conformado mediante útiles de estampación en prensas. La unión al bastidor se lleva a cabo mediante tornillos. La unión de los motores con los elementos movidos se realiza mediante acoplamientos elásticos que absorben posibles desalineaciones. Todos los ejes de giro están torneados en acero F1125 y se montan sobre casquillos de fricción que garantizan un buen ajuste y minimizan la aparición de holguras por desgaste.

El bastidor-carcasa se compone de tres partes que han sido fabricadas en chapa de aluminio de 1,5 mm mediante procesos de corte por láser y plegado. Se prevé realizar la fabricación en serie mediante procesos de punzonado y plegado por control numérico. La tapa de la rueda loca ha sido unida al cuerpo general mediante remaches, ya que no se prevé su desmontaje. Por su parte, la carcasa superior que cubre los dispositivos electrónicos debe poder ser desmontada con cierta frecuencia, por lo que la unión se realiza mediante tornillos.

El montaje del resto de subconjuntos se ha realizado mediante uniones atornilladas que permiten el desmontaje de los componentes que pueden requerir mantenimiento (transmisiones, rueda loca, placas electrónicas), a excepción de la batería, que se sujeta en la carcasa mediante velcro adherido a la misma.

#### SISTEMAS DE COMUNICACIÓN Y CONTROL: PROGRAMACIÓN

El objetivo docente del proyecto es conseguir que los alumnos se familiaricen con tecnologías de programación y control más allá del control directo con microcontrolador (Bolton, 2011): uso de computadores con Sistema Operativo, programación orientada a objetos, programación de interfaces gráficas, comunicaciones serie y en red, interacción con periféricos de control inteligentes.

Se eligen para ello los siguientes componentes y tecnologías:

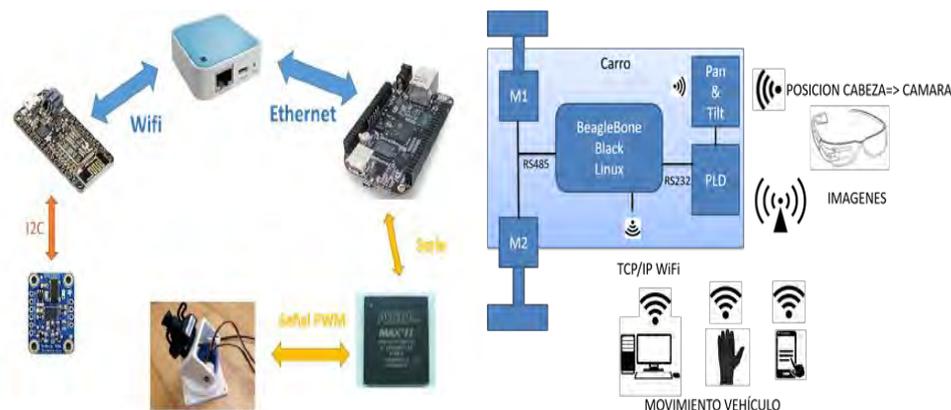
- Entorno de programación Qt Creator, que permite realizar proyectos multi-plataforma en lenguaje C++.
- Desarrollo del núcleo de control sobre Sistema Operativo Linux en hardware BeagleBone Black (BBB).
- Comunicación con interfaz de operador utilizando Qt-GUI para PC bajo S.O. Windows (PC-Win) y/o Android (Phone-And).
- Motores paso a paso para el desplazamiento con controladora programable por enlace serie Trinamic TMCL.
- Desarrollos basados en Arduino para detección de los movimientos de mano que permiten gestionar los desplazamientos del carro, y movimientos de cabeza que permiten gestionar el *pan&tilt* de la cámara.

El esquema general del desarrollo es el mostrado en la Fig. 1, desde el punto de vista de las comunicaciones. El movimiento del vehículo se puede realizar desde un ordenador personal (Windows®), un Smartphone o Tablet (Android®) o indicando los movimientos con una

unidad inercial (IMU) localizada en un guante, de forma gestual. De manera análoga, se controla la unidad *pan&tilt* con los gestos de la cabeza, para crear la sensación de “ver desde el vehículo” (Collotta, 2015; MIT, 2016).

Las imágenes de la cámara se transmiten vía radiofrecuencia. Todas las comunicaciones WiFi se gestionan desde un router instalado en el vehículo, tal y como se observa en la parte izquierda de la Fig. 1.

Fig. 1 Diagrama de comunicaciones del equipo.



#### APLICACIÓN DE DISPOSITIVOS LÓGICOS PROGRAMABLES

Como objetivo académico, se plantea que el alumno conozca y sea capaz de implementar circuitos sencillos utilizando dispositivos lógicos programables, en concreto, de la casa ALTERA® y utilizando el software de diseño Quartus II Web Edition. El objetivo comprende la enseñanza del lenguaje VHDL a nivel básico. Según se ha comentado anteriormente, uno de los objetivos del proyecto es ampliar las opciones de diseño digital más allá de los microcontroladores, y presentar alternativas de diseño distintas. En este sentido, el objetivo es conseguir que los alumnos se familiaricen con el ciclo mostrado en la Fig. 2: entrada de diseño (esquemático o VHDL), simulación, depuración y prototipo (Debiec, 2011).

El circuito que deben implementar los alumnos es un generador PWM (*Pulse Width Modulated*) controlado desde un puerto serie, de forma que el *duty* de la onda sea suministrado vía serie. El objetivo no es implementar un procesador en el dispositivo programable (PLD, CPLD o FPGA), ni un diseño excesivamente complejo. Se pretende que el alumno se familiarice y adquiera nuevas destrezas, tales como:

- Diseño jerárquico. El software de diseño de ALTERA® permite el diseño modular o por bloques, desde el nivel más bajo al más complejo. De esta forma, un diseño se puede dividir en diferentes módulos que pueden ser realizados por diferentes equipos de alumnos y realizar el diseño final a partir de los mismos. Esta metodología fomenta que los alumnos trabajen en equipo.

- Entrada del diseño con esquemáticos. Se refuerza la idea del diseño digital, repasando metodologías de diseño *hardware*.
- Entrada de diseño VHDL (lenguajes de descripción de hardware). Se presenta a los alumnos la posibilidad de describir el *hardware* mediante un lenguaje de programación. El tiempo de aprendizaje del lenguaje VHDL –a nivel básico- es reducido y en dos sesiones los alumnos se encuentran en disposición de realizar programas sencillos.
- Ciclo de trabajo con PLDs. Se pretende que los alumnos se acostumbren a realizar las etapas precisas que conducen a la obtención de un prototipo: Diseño, Simulación, Depuración y Prototipo, así como a documentar las distintas fases. En la Fig. 2 puede verse este proceso esquematizado.

Fig. 2 Secuencia de diseño aplicada al diseño con dispositivos lógicos programables.



#### ALIMENTACIÓN DE LOS DIFERENTES SUBSISTEMAS

Para la selección de la batería óptima es preciso evaluar los consumos de corriente de las diferentes partes del vehículo, así como observar los niveles de alimentación. Con las restricciones impuestas en el diseño, se hace preciso obtener diferentes tensiones de alimentación. En este caso, el objetivo es que los alumnos diseñen un sistema de alimentación lo más pequeño posible y, por supuesto, lo más eficiente posible. Se les ha impuesto que tomen como partida una batería de 24V y que generen todas las demás tensiones a partir de la misma. De esta manera, deben seleccionar las etapas más adecuadas (peso/tamaño/eficiencia) para obtener las tensiones de alimentación de 12V, 5V y opcionalmente, 3,3 V, cada una de ellas con diferentes consumos.

Finalmente, tomando en consideración las restricciones anteriores, la solución adoptada incluye la utilización de convertidores de tarjeta (24V/15V), junto con los típicos reguladores de la familia 78XX. La batería elegida es la que se muestra en la Fig. 3, cuyas características son las siguientes:

**Fig. 3 Batería seleccionada**

- Capacidad mínima: 6600mAh
- Configuración: 6S1P / 22.2V / 6Cell
- Descarga constante: 10C
- Descarga máxima (10 seg): 20C
- Peso del paquete: 794g
- Tamaño del paquete: 143 x 50 x 53mm



Por otro lado, el problema es mucho más simple en lo que se refiere a las alimentaciones de los equipos que maneja el operador: el guante, que servirá para manejar el vehículo y las gafas de visionado de la cámara del vehículo, junto con los sensores y emisores de posición de la cabeza, con los cuales se maneja el *pan&tilt* de la cámara. En este caso, la elección se fundamenta en el tamaño y peso, dado que los consumos no son elevados.

## **Metodología**

Si bien todos los detalles técnicos referidos en el apartado anterior llegan a ser fácilmente asimilados por los alumnos, no ocurre lo mismo con las competencias que se pretenden trabajar en la asignatura objeto del presente artículo. Así, de los resultados de aprendizaje definidos para dicha asignatura:

- Aplicar los conocimientos adquiridos en los tres primeros semestres del Máster para diseñar, fabricar y ensamblar un sistema mecatrónico industrializable.
- Ser capaz de trabajar en grupo de manera eficiente y coordinada, informando de manera adecuada y periódica a los superiores.
- Documentar correctamente la parte técnico-económica del proyecto realizado.
- Presentar y defender oralmente el proyecto realizado

los que más dificultad les plantean a los alumnos son el segundo y el tercero. En esta asignatura se considera que la mejor manera de abordar la adquisición de las competencias asociadas a estos resultados de aprendizaje es a través de la documentación generada.

Todo el proceso comienza con una planificación temporal y una definición de un reparto de tareas entre los miembros de cada grupo. Las propuestas recibidas son analizadas y, en su caso, corregidas por los profesores encargados de la asignatura, con el objetivo de tener un documento de partida razonable y equilibrado cuyo cumplimiento se irá comprobando a lo largo de todo el semestre. Sin embargo, y aun siendo esta tarea muy importante para conseguir una correcta coordinación, organización y gestión del proyecto a desarrollar, no se considera que sea la más trascendental a la hora de valorar las competencias adquiridas. Como

ya se ha indicado, se pretende hacer incidencia en la importancia de la documentación generada de cara al desarrollo de un proyecto, dado que en un caso real los equipos de diseño, fabricación y montaje serían distintos. Por ello, la metodología seguida pasa por hacer que los distintos grupos de alumnos vayan pasando por todas las fases de trabajo implicadas en el desarrollo del prototipo: diseño, fabricación y montaje.

El proceso comienza con cada grupo llevando a cabo su propio diseño según las especificaciones técnicas establecidas, tras lo cual preparará la documentación correspondiente.

Una vez analizado el diseño y la documentación por los profesores de la asignatura, se pasa a la siguiente fase: la fabricación de las piezas. En este momento se produce la primera rotación, de modo que ningún grupo sea encargado de fabricar las piezas que ellos mismos han diseñado. Esta tarea no es posible si la documentación previa no es completa y suficientemente detallada, y es en este momento cuando algunos alumnos son directamente conscientes de la importancia de disponer de un informe completo de la fase anterior. Al igual que ocurriría en el caso anterior, esta fase termina cuando las piezas han sido fabricadas y se entrega una documentación a los profesores de la asignatura, que se encargan de darle el visto bueno y/o hacer los comentarios oportunos. La labor de evaluación en este punto no es sencilla, ya que es preciso discernir qué carencias se deben a defectos en la documentación de partida y cuáles son consecuencia del trabajo desarrollado por el grupo.

La rotación se completa en la fase de montaje, cuando cada grupo se encarga de ensamblar un prototipo que no ha sido diseñado por ellos y cuyas piezas tampoco han fabricado. Aquí se repite la situación anterior en lo que se refiere a la percepción de la importancia de la documentación previa, lo cual, de manera más o menos directa, trae consigo una necesidad de una coordinación y un trabajo en grupo eficientemente gestionados.

Esta filosofía de rotación, se aplica en cada parte del proyecto que sea susceptible de ello. Podemos encontrar otro ejemplo en la parte de software, en la que se divide a los alumnos hasta en nueve subgrupos, de forma que cada uno de ellos tenga a cargo una parte de la aplicación completa. De nuevo esta división obliga a la generación de una documentación adecuada y completa en la fase de diseño sobre la interacción entre los diferentes componentes. El uso del entorno Qt/C++ facilita esta tarea, ya que cada subgrupo diseña una o varias clases que interactúan con el resto a través de señales/slots, con lo que sólo es necesaria la especificación inicial de esta interacción para comenzar el trabajo.

La evaluación final de los resultados de aprendizaje esperados se lleva a cabo mediante una exposición final en la que cada grupo describe su experiencia en las distintas fases en las que ha intervenido, comentando las bondades y carencias de la documentación recibida a la hora de desarrollar sus tareas. Dado que esta exposición se hace delante de toda la clase, sirve también de realimentación para los autores de dicha documentación, que estarán escuchando, y que adquieren así consciencia de cómo mejorar su documentación en el futuro de cara a la consecución de un resultado final óptimo.

## **Resultados**

Los resultados de aprendizaje se pueden considerar satisfactorios: el proyecto se finalizó con resultados aceptables; téngase en cuenta que el éxito del proyecto era una condición necesaria.

En cuanto al diseño mecánico, teniendo en cuenta los objetivos planteados inicialmente, el trabajo desarrollado por los estudiantes ha dado como resultado la construcción del prototipo de robot plenamente funcional. Las pruebas han demostrado que funciona conforme a las especificaciones planteadas, para lo cual han aplicado en un porcentaje alto las recomendaciones técnicas abordadas en las asignaturas base del máster. A pesar de ello, cabría destacar como aspectos a perfeccionar, la necesidad de una mejor coordinación del trabajo entre subgrupos que redundase, por ejemplo, en la unificación de componentes comerciales (casquillos de fricción y rodamientos de mismas medidas y marca, gama de tornillería unificada al máximo) y de los espesores de chapa.

En el diseño electrónico se han localizado ciertos puntos débiles desde el punto de vista técnico que aconsejan incidir en próximas ediciones de la asignatura en el diseño del sistema de alimentación, y que el sistema requiere más atención de la prestada. El tiempo dedicado a esta parte debe incrementarse y se propone la elaboración de seminarios específicos sobre esta materia, presentando soluciones comerciales a coste razonable.

Con el fin de evaluar los resultados obtenidos a nivel global, se llevó a cabo una encuesta entre los alumnos que permite identificar cuáles son los puntos fuertes y los aspectos a mejorar de esta propuesta. El formato de la encuesta y el resultado final obtenido se recoge en el Anexo I de este artículo.

Como puntos fuertes de carácter general, podemos citar los siguientes:

- Los alumnos consideran que la asignatura está adecuadamente dotada en cuanto a medios materiales se refiere: el equipamiento y los materiales se ajustan a las necesidades del proyecto (4,1 sobre 5).
- Las respuestas de la encuesta indican que el proyecto desarrollado tiene un enfoque claramente mecatrónico, adaptado a las expectativas del Máster en Ingeniería Mecatrónica (4,1 sobre 5).
- El proyecto les ha exigido el aprendizaje de nuevas materias. De este modo el objetivo conseguido es doble, ya que se consigue interés por parte del alumnado en nuevos temas y, además, el alumno es capaz de afrontar nuevos retos y aprendizajes.
- Los resultados perseguidos desde el punto de vista técnico se han alcanzado de forma muy satisfactoria, ya que los alumnos consiguieron desarrollar un prototipo operativo según las especificaciones planteadas desde el inicio (majopri69, 2018).

Como puntos débiles de carácter general, se pueden citar los siguientes:

- El profesorado ha detectado como aspecto a mejorar la necesidad de aumentar el esfuerzo dedicado a la documentación técnica del proyecto, tanto en lo referente a

la estructuración e integración de las partes mecánica, electrónica y control, como en lo relativo a planos y esquemas eléctricos. Se deberá abundar más en la importancia de elaborar una documentación apropiada, sobre todo cuando se lleva a cabo una labor en grupo.

- Aunque, tal y como se ha indicado más arriba, los resultados conseguidos desde el punto de vista técnico se han alcanzado de forma muy satisfactoria, a la vista de los resultados de las encuestas cabe decir que se puede mejorar el objetivo de trabajo en grupo, así como la coordinación interna y por parte del profesorado. En cualquier caso, las calificaciones obtenidas en estos apartados están por encima de 3,4 puntos sobre 5, lo cual no puede considerarse como un fracaso.

La Fig. 4 muestra una foto del prototipo final desarrollado.

### **Conclusiones**

El artículo presenta una actividad de Aprendizaje Basado en Proyecto a realizar por los alumnos del Máster en Ingeniería Mecatrónica de la Universidad de Oviedo. Esta actividad se ha desglosado en tareas relacionadas con las áreas de conocimiento de cada profesor, descritas con un grado de detalle adecuado para poder ser desempeñadas adecuadamente por los alumnos a lo largo del semestre.

Adicionalmente, se definieron grupos de trabajo que permitieron que los alumnos profundizaran en la competencia de trabajo colaborativo. Los grupos llevaron a cabo su propia organización, lo que incluía un reparto adecuado del trabajo a desarrollar y una gestión de compras de los materiales necesarios para el desarrollo del prototipo.

El tiempo empleado en definir adecuadamente las tareas al inicio del proyecto, se tradujo en unos resultados satisfactorios tanto en lo que se refiere a objetivos técnicos (el prototipo desarrollado funcionó según se había especificado) como a la percepción positiva de los conocimientos adquiridos por parte del alumnado.

Existen, no obstante, algunos aspectos que aún son susceptibles de ser mejorados, sobre todo en lo relacionado con tareas de coordinación y de trabajo en equipo, competencias que tradicionalmente son de las más complicadas de trabajar.

**Fig. 4 Aspecto final del prototipo construido.**



### Anexo I: Encuesta planteada y resultados obtenidos

	1	2	3	4	5	TOTAL
En el proyecto, se utiliza tecnología actual						3,6
El proyecto me ha exigido adquirir conocimientos nuevos						4,3
He dispuesto de los medios precisos para la realización del proyecto						4,1
La coordinación y ayuda de los profesores ha sido adecuada						3,4
Hemos conseguido coordinarnos internamente de forma satisfactoria						3,7
Considero el enfoque de las asignatura adecuado al Master de Mecatrónica						4,1
Globalmente, estoy satisfecho con los conocimientos y experiencia adquiridos en esta asignatura						3,6

1 MUY EN DESACUERDO - 5 MUY DE ACUERDO

### Referencias

- Bolton W. (2011). *Mechatronics. Electronic Control Systems in Mechanical and Electrical Engineering*. Pearson Editorial. ISBN: 978-0-273-74286-9.
- Collotta M., Pau G. (2015). *Bluetooth for Internet of Things: A fuzzy approach to improve power management in smart homes*. Elsevier - Computers & Electrical Engineering, vol. 44, pp 137-152.
- Debiec P., Byczuk M. (2011). *Teaching Discrete and Programmable Logic Design techniques Using a Single Laboratory Board*. IEEE Transactions on Education, vol. 54, nº 4, pp.652-656.
- Herrera R. F., Muñoz F. C., Salazar L. A. (2017). *Diagnóstico del Trabajo en Equipo en Estudiantes de Ingeniería en Chile*. Formación Universitaria, vol. 10, nº 5, pp. 49-58.  
[Online] <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-50062017000500006> (25/02/2018).
- majopri69 (2018). *Máster en Mecatrónica – UniOvi1718*.  
[Online]. <https://www.youtube.com/playlist?list=PLJl7gVxSEoud7F6y8-PWahpbD3pndHz7G> (25/02/2018).
- MIT (2016). *Controlling Internet of Things Devices with MIT App Inventor*.  
[Online]. <http://ai2.appinventor.mit.edu/reference/other/IoT.html> (25/02/2018).
- Universidad de Oviedo (2016). *Memoria del Máster Universitario en Ingeniería Mecatrónica*.  
[Online]. [http://calidad.uniovi.es/c/document\\_library/get\\_file?p\\_1\\_id=1708552&folderId=2815355&name=DLFE-97867.pdf](http://calidad.uniovi.es/c/document_library/get_file?p_1_id=1708552&folderId=2815355&name=DLFE-97867.pdf). (25/02/2018).
- Warin B., Talbi O., Kolski C., Hoogstoel F. (2016). *Multi-Role Project (MRP): A New Project-Based Learning Method for STEM*. IEEE Transactions on Education, vol. 59, nº 2, pp. 137-146.



## La investigación-acción participativa como herramienta de responsabilidad social universitaria

Jorge Coque<sup>a</sup> y Pilar L. González-Torre<sup>b</sup>

<sup>a</sup>Universidad de Oviedo, coque@uniovi.es; <sup>b</sup>Universidad de Oviedo, pilargt@uniovi.es

---

### **Abstract**

*The objective of extension leads universities to CSR, but that dimension has only recently begun to be emphasized. This paper analyzes a line of research on food waste during the period 2012-2017 with the following characteristics: (a) social purposes; (b) supply chain management approach; (c) support on end of study projects; (d) qualitative and quantitative methodologies; (e) participatory action research with non-profit and for-profit entities. The experience shows both suggestive practical results and the difficulties involved in real participation.*

**Keywords:** CSR; Participative Action Research; University; End of Degree Project; End of Master Project; Food recovery; Supply chain; Food banks; Non-profit entities; For-profit entities.

---

### **Resumen**

*El objetivo de extensión aboca a las universidades a la RSC pero esa dimensión solo ha comenzado a destacarse recientemente. Este trabajo analiza una línea de investigación sobre desperdicio de alimentos durante el periodo 2012-2017 con las siguientes características: (a) fines sociales; (b) perspectiva de gestión logística; (c) apoyo en trabajos fin de estudios; (d) metodologías cualitativas y cuantitativas; (e) investigación-acción participativa con entidades no lucrativas y empresas. La experiencia muestra tanto sugestivos resultados prácticos como las dificultades que encierra la participación real.*

**Palabras clave:** RSC; Investigación-acción participativa; Universidad; Trabajo fin de grado; Trabajo fin de máster; Recuperación de alimentos; Cadena logística; Bancos de alimentos; Entidades no lucrativas; Entidades lucrativas.

## **Introducción**

En un medio tan naturalmente abocado a la responsabilidad social corporativa como las universidades no se ha comenzado a enfatizar esta dimensión hasta muy recientemente. En toda universidad se elaboran proyectos para resolver problemas concretos de determinadas entidades y se investiga buscando soluciones de aplicación más general; su actividad formativa transmite los resultados de la investigación y otros conocimientos útiles; y en las universidades también se cuestionan, o deberían cuestionarse, los fines últimos y los resultados de todas las acciones anteriores. Esa conexión con el entorno social se hace evidente al recordar el objetivo de la extensión universitaria, la cual resulta especialmente necesaria cuando dentro de dicho entorno se fija la atención en los colectivos más desfavorecidos.

Tras reseñar los antecedentes más relevantes sobre RSC, proyección social universitaria e investigación participativa, esta comunicación describe y analiza la experiencia de una línea de investigación con fines sociales dentro del campo de la gestión logística, sobre desperdicio de alimentos, que se extiende desde principios de 2012 hasta final de 2017.

Las primeras nociones de responsabilidad social corporativa (RSC) surgieron a finales de la década de 1970. A lo largo de los años, diversos autores como Friedman (1962), Carroll (1996) o Hopkins (2003) han abordado el tema. Tras sucesivas alzas y bajas, el modelo alcanza su mayor popularidad en el cambio de siglo cuando se enfatiza la divulgación de las políticas de RSC. Actualmente un amplio número de agentes demandan más aspectos sociales y ambientales en la actividad empresarial sobrepasando la mera dimensión económica de sus operaciones (Daub, 2007) pero incluyéndola, pues los gestores pueden añadir valor cuando tienen en cuenta esos aspectos (Freeman, 1984). La RSC se ha convertido así en un elemento estructural de vital relevancia para dotar de ventajas competitivas a la organización a través de la estrategia social corporativa (Husted y Allen, 2001).

Curiosamente, la RSC llegó tarde con ese nombre a las universidades, públicas o privadas, (Muijen, 2004) aunque uno de los tres objetivos académicos tradicionales, el de la extensión, frecuentemente relegado tras los más evidentes de investigación y formación, contenía de siempre la vocación social (Martínez de Carrasquero *et al.*, 2008). Décadas atrás, la Universidad Centroamericana (UCA), vinculada a la Compañía de Jesús, fue pionera en indicar explícitamente que la proyección social es su función prioritaria (Solito, 2014); esta vocación de compromiso, que partía de la Teología de la Liberación y se expresaba de modo tan directo como la contribución a liberar a las mayorías empobrecidas de su entorno, evitando el asistencialismo para comprometerse con la sociedad, sería sometida a prueba extrema cuando en 1989, durante la guerra civil de El Salvador, miembros del ejército asesinaron al Rector y otros siete miembros de la UCA (Samour, 2007). El enfoque se extendería a otros países latinoamericanos como Colombia, en cuyas universidades es común el denominado Semestre Social, periodo que el alumnado de cualesquiera titulaciones puede destinar a sus prácticas profesionales curriculares apoyando a una comunidad o colectivo

desfavorecido, frecuentemente conviviendo con el mismo (IER, 2018). En México se habla de Gestión del Conocimiento Social como respuesta al olvido de la extensión universitaria propiciado por enfoques excesivamente mercantilistas (González López *et al.*, 2015). En Venezuela se propone el Balance Social, procedente de Francia, como instrumento de medición del grado de compromiso con este tipo de actividades (Martínez de Carrasquero *et al.*, 2008). En el Viejo Continente, el Espacio Europeo de Educación Superior, o *Plan Bolonia*, introduce un entorno especialmente favorable al establecer competencias éticas transversales (Coque *et al.*, 2012; Gaete Quezada, 2011; Vasilescu *et al.*, 2010); el Real Decreto 1393/2007, de 29 de octubre, pistoletazo de salida formal en España del Plan Bolonia, indicaba que las nuevas carreras deberían tener en cuenta el respeto y promoción de los derechos humanos. Y ya un par de años antes, la Conferencia de Rectores de las Universidades Españolas se comprometía a reconocer académicamente las actividades de cooperación del personal docente e investigador y a favorecer asignaturas y líneas curriculares solidarias (CRUE, 2015).

La investigación-acción participativa (IAP) facilita alcanzar fines como los que se acaban de expresar porque asume el compromiso social directo del mundo académico, del equipo investigador frente a entidades ajenas a la universidad, cuyos respectivos papeles tradicionales de sujeto y objeto de estudio se difuminan e intercambian al construir la verdad conjuntamente con los protagonistas de cada proceso (Díez, 2013). A lo largo de esos procesos, los agentes externos (los investigadores universitarios) apoyan a la comunidad en la formulación y jerarquización de sus problemas, formándose unos y otros. El análisis y aplicación de resultados, que incluye la propuesta de soluciones, evita la distancia tradicional entre modelo teórico y realidad donde operan beneficiarios pasivos. Tal enfoque metodológico participativo, colectivo y comprometido con la mejora práctica de la población se justifica en la convicción de que cualquier colectivo humano estudiado posee una parte del saber y, por tanto, debe ser agente de su propio cambio (Montañés, 1993). Todo ello propicia que los planes de acción propuestos se correspondan con cada contexto socioeconómico y cultural (Fals Borda, 1988). Existe mucha experiencia de aplicación de la IAP, frecuentemente vinculada a organizaciones de economía social, tanto en el desarrollo rural (Bacal, 1991; Cabaleiro *et al.*, 1999; Dávila, 1988) como en el urbano (González Santos, 1999; Greenwood *et al.*, 1993; Lammerink, 1995). Y es fácil encontrar evidencias de lo adecuado de la IAP en procesos de intervención social con colectivos desfavorecidos (Jiménez y López, 1993; Zamanillo, 1993; Van der Velde *et al.*, 2009), incluyendo cuando en dichos procesos intervienen entidades no lucrativas (Coque y Pérez, 1999; Montañés, 1993; Niccolini *et al.*, 2017).

### **Metodología**

La información extractada en el epígrafe siguiente (Discusión de resultados) procede de la experiencia de los autores de esta comunicación como responsables de una línea de investigación aplicada y de enfoque social con el apoyo de una sucesión de estudiantes de diferentes titulaciones, esencialmente de ingeniería pero también de administración de empresas y

de trabajo social, que han realizado bajo nuestra tutoría en el Área de Organización de Empresas los quince trabajos fin de estudios que reseñan los puntos siguientes:

- Torres Valdavida (2012) analizó en su proyecto fin de carrera de Ingeniería Industrial el funcionamiento del Banco de Alimentos de Asturias (BAA), dando pie a estudios posteriores sobre el “aguas arriba” y el “aguas abajo” de dicho banco, comenzando asimismo a abordar al conjunto de bancos españoles. Su metodología de trabajo combinó herramientas cualitativas (un estudio de caso basado en entrevistas semiestructuradas en profundidad) con cuantitativas (encuestado). Otro proyecto fin de carrera de Ingeniería Industrial (Álvarez Álvarez, 2013), finalizó el encuestado nacional de los bancos. Años después, se profundizaría en el estudio de caso del BAA mediante un tercer proyecto fin de carrera de Ingeniería Industrial (Barbón Alonso, 2016) que, mediante análisis documental y observación directa, detalló la gestión interna del banco y diseñó un manual de procedimientos específico.
- Una serie de trabajos fin de grado bajo el mismo nombre, Rivera Tesoro (2014), Cantón García (2015), Vázquez González (2016) y Morilla Gutiérrez (2017) (respectivamente, dos de Trabajo Social, uno de Ingeniería Mecánica y otro de Administración de Empresas) fue estudiando mediante técnicas cuantitativas (encuestas masivas) el perfil social, económico y laboral de las unidades de convivencia independientes receptoras de alimentos a través de entidades beneficiarias del BAA, recorriendo en cada caso uno de los concejos más importantes de Asturias (Avilés, Oviedo y Gijón), para finalizar con el resto de concejos de esta comunidad autónoma.
- El proyecto fin de carrera de Ingeniería Industrial de García Rodríguez (2015), basado en herramientas cualitativas (entrevistas en profundidad a representantes de organizaciones sin ánimo de lucro receptoras de alimentos) y cuantitativas (encuestado masivo de esas organizaciones en Asturias), investigó el eslabón “aguas abajo” en la cadena logística del BAA, centrándose en las entidades beneficiarias y llegando a conclusiones coincidentes con las de los estudios sobre las unidades de convivencia.
- Dos trabajos, respectivamente un proyecto fin de carrera de Ingeniería Industrial (Fernández Alonso, 2015) y un trabajo fin de grado de Ingeniería en Tecnologías y Servicios de Telecomunicación (Suárez Felgueroso, 2017), dirigieron su atención “aguas arriba” de la cadena logística de los bancos de alimentos, concretamente a las empresas donantes del sector agroalimentario, comparando sus enfoques de RSC. Para ello, se usaron dos tipos de herramientas de carácter esencialmente cualitativo enfocadas al estudio comparativo de casos: el análisis de contenido de memorias de responsabilidad difundidas por una parte de estas empresas y las entrevistas en profundidad a directivos de las mismas. La repetición de parte del trabajo con una separación de dos años permitió incorporar al mismo un carácter longitudinal.

- Otro proyecto fin de carrera de Ingeniería Industrial (Robles Gullón, 2015), donde se sucedieron técnicas cualitativas (entrevistas semiestructuradas en profundidad a la mayor parte de los gerentes de los mercados de abastos asturianos) y cuantitativas (encuestado de los comercios situados dentro de dichos mercados) giró en torno a la logística de los mercados de abastos y especialmente a su gestión de residuos para facilitar la recogida separada de productos aptos para donaciones al BAA y de biorresiduos valorizables. Similar enfoque tuvo el proyecto fin de carrera cuantitativo (encuestas a directivos de empresas asturianas) de Rodríguez Docampo (2016), cuyo objetivo fue estudiar el potencial de donación de las empresas de catering y los grandes hoteles. En la misma línea, un trabajo fin de máster en Ingeniería Industrial (Colino Blanco, 2016) y un trabajo fin de grado en Ingeniería en Tecnologías Industriales (De las Heras García, 2017), ambos cualitativos (entrevistas semiestructuradas a directivos de empresas apoyadas en análisis documental), siguieron con la línea de estudio “aguas arriba” indagando sobre la potencialidad de donación, en este caso y respectivamente, de las cadenas de hipermercados y de supermercados.
- Finalmente, el trabajo fin de máster de Ingeniería Industrial de Álvarez Gil (2017) mezcla la mayoría de las herramientas mencionadas hasta aquí pues, siendo el último de la serie defendido hasta el momento, tenía el doble objetivo de aunar los datos recogidos en todos ellos para, seguidamente, avanzar en el conocimiento de otros sectores potencialmente donantes de alimentos como el farmacéutico o el de industrias cárnicas.

Debe añadirse aquí una mención a dos trabajos fin de grado de Ingeniería Informática en Tecnologías de la Información que desarrollaron una herramienta de gestión para el BAA con base en resultados de los estudios anteriores. No se detallan por no haber sido elaborados bajo la tutoría de los autores de esta comunicación y no responder a la misma perspectiva doctrinal y metodológica, pero tienen relevancia por cuanto representan un aumento de la multidisciplinaridad al extender el enfoque tecnológico solidario a otra área (Ciencias de la Computación e Inteligencia Artificial) de esta misma universidad.

Por último, es importante reseñar que todos estos trabajos conforman eslabones de la misma cadena con el objetivo global común de mejorar la gestión de la recuperación de alimentos en Asturias en el corto o medio plazo, y de otras áreas geográficas en el largo plazo. Por tanto, todo el proceso ha supuesto una estrecha y frecuente interacción con los sectores sin ánimo de lucro y empresarial vinculados con dicha recuperación. Coherentemente con el planteamiento de IAP adoptado desde un primer momento, esos sectores han influido en todas las fases (proponiendo objetivos específicos de cada uno de los trabajos, primero, y contrastando y matizando resultados provisionales, después) a la vez que iban incorporando mejoras en su funcionamiento mediante herramientas de gestión que se derivaban de los estudios y eran consensuadas mediante talleres. En este sentido, y además de reuniones cotidianas en las propias entidades, merecen especial comentario tres talleres celebrados en

la Escuela Politécnica de Ingeniería de Gijón:

- Diciembre de 2013, participando dos representantes del BAA, nueve de entidades no lucrativas receptoras de dicho banco, la estudiante asistente de investigación autora del trabajo García Rodríguez (2015), la directora del Instituto Universitario de Tecnología Industrial de Asturias (IUTA) y los dos profesores del área de Organización de Empresas responsables de esta línea de investigación. La estudiante expuso los resultados provisionales de su trabajo hasta entonces. Tras el correspondiente debate, donde la profesora actuó como secretaria y el profesor como moderador, se validaron o modificaron esos resultados para, finalmente, consensuar las líneas de trabajo del siguiente periodo.
- Diciembre de 2014, participando cuatro miembros del BAA, siete representantes de entidades no lucrativas receptoras del BAA, el director de I+D+i de la empresa de gestión de residuos Cogersa, el director de la Fundación Alimerka, un voluntario de la ONG Seniors para la Cooperación Tecnológica, los estudiantes asistentes de investigación responsables, respectivamente, de los trabajos García Rodríguez (2015), Rivera Tesoro, (2014), Cantón García (2015), Fernández Alonso (2015) y Robles Gullón (2015), la directora del IUTA, una profesora del Departamento de Informática, y los dos profesores del área de Organización de Empresas responsables de esta línea de investigación. La dinámica fue similar a la del primer taller, viéndose enriquecida por la mayor heterogeneidad de personas y entidades participantes. La sesión generó interés en varias entidades que no habían sido invitadas por razones metodológicas, lo que propiciaría una segunda reunión dos semanas después, de carácter esencialmente empresarial, a la que asistieron tres empresas privadas y dos públicas, el Club de la Calidad de Asturias, el BAA, el IUTA y profesorado de las áreas de Tecnologías del Medio Ambiente, Ciencias de la Computación e Inteligencia Artificial, y Organización de Empresas; esta reunión sentó las bases del proyecto multidisciplinar *Smart Waste Collection* (SWC) que se pondría tiempo después en marcha tras obtener financiación del Instituto para el Desarrollo Económico del Principado de Asturias (IDEPA).
- Diciembre de 2016, participando dos miembros del BAA, setenta representantes de una treintena de entidades receptoras de dicho banco, la directora del IUTA, un miembro de cada una de las empresas Cogersa, SADIM y ABAmobile, dos estudiantes asistentes de investigación autores de los trabajos Álvarez Gil (2017) y De las Heras García (2017), y los dos profesores del área de Organización de Empresas responsables de esta línea de investigación. En un marco de funcionamiento afín al de los años previos, se incluyó un espacio específico para difundir el proyecto SWC que ya había comenzado.

### **Discusión de resultados**

El primer objetivo de 2012 y 2013 era conocer la situación actual y el funcionamiento de los bancos de alimentos en España (BAE), describiendo su panorama general y potenciali-

dades, con especial atención a la gestión logística. Ante la doble problemática de aumento del desperdicio de alimentos y de pobreza acentuada por la crisis, parecía pertinente estudiar los bancos de alimentos para plantear propuestas que faciliten el aumento y el rendimiento de los servicios que proporcionan estas entidades. Tras un estudio de caso regional exploratorio, y siendo una población amplia (56 bancos repartidos por todo el territorio español), se consideró la encuesta como la metodología de investigación más adecuada (Torres Valdavida, 2012). Los resultados mostraron la relevancia ambiental y social de los BAE, pues abastecen a bastante más de un millón de personas a quienes entregan anualmente un volumen superior a los cien millones de kilos de comida. Las necesidades y el número de personas beneficiarias crecieron durante la crisis económica mientras los bancos se esforzaban por adaptar su tamaño y estructura de gestión, lo que resulta admirable al contemplar que el 80% de sus plantillas son personas voluntarias (Álvarez Álvarez, 2013).

El siguiente objetivo del proyecto consistió en analizar las relaciones de un banco de alimentos con sus entidades beneficiarias (Álvarez Álvarez, 2013; García Rodríguez, 2015). Dentro de ellas, hay dos tipos: las entidades de consumo, que procesan los alimentos para servirlos dentro de sus instalaciones, y las entidades de reparto, que entregan los alimentos sin preparar a diferentes colectivos. El estudio, concentrado en el Banco de Alimentos de Asturias, comenzó con una encuesta masiva para después profundizar mediante entrevistas a una muestra de ambos tipos de organizaciones. El trabajo revela que el proceso de recogida y la planificación en conjunto de las actividades con el banco parecen razonablemente eficientes, aunque existen problemas de calidad en algunos productos y cierta descoordinación. Esto no resulta sorprendente cuando se observa el carácter perecedero de una parte de los alimentos gestionados, las largas distancias a recorrer en ocasiones para recogerlos, la carencia de vehículos refrigerados y la heterogeneidad de las organizaciones receptoras.

Tras un primer taller participativo en diciembre de 2013 en el que se revisó con representantes del banco de alimentos y de organizaciones beneficiarias la investigación efectuada hasta entonces, durante 2014 se abordaron la mayor parte de las líneas de trabajo académico propuestas en dicho evento. Así, se finalizaron las encuestas y las entrevistas en profundidad en estas organizaciones, se avanzó aún más “aguas abajo” en la cadena de suministro encuestando directamente a cabezas de familias receptoras de alimentos (Rivera Tesoro, 2014; Cantón García, 2015; Vázquez González, 2016; Morilla Gutiérrez, 2017) y se comenzó a analizar la realidad “aguas arriba”, esto es, la de los donantes actuales y potenciales (Robles Gullón, 2015; Fernández Alonso, 2015; Rodríguez Docampo, 2016; Colino Blanco, 2016; De las Heras García, 2017; Suárez Felgueroso, 2017). Conocer mejor a las empresas y otras organizaciones que entregan alimentos mientras se sigue ahondando en la realidad de quienes ven satisfecha una parte de sus necesidades es fundamental para abordar los problemas mencionados en el párrafo anterior.

En diciembre de 2014 tuvo lugar un segundo taller que mantenía el objetivo de revisar

participativamente nuevos resultados y decidir por dónde continuar trabajando. La metodología de IAP empleada persigue aumentar el conocimiento mutuo de todos los agentes implicados comenzando por el propio banco de alimentos y las organizaciones relacionadas con el mismo y, por tanto, su relación y la eficacia de la cadena de suministro que conforman. Como novedad, en esta ocasión se invitó también a representantes de algunas entidades donantes o próximas a las mismas con las que ya se había comenzado a colaborar, caso de la Fundación Alimerka o Cogersa. Unos días después tuvo lugar una reunión para informar a varias entidades que habían manifestado interés en participar en el taller anterior, a la que acudieron representantes de empresas privadas o públicas y otras entidades, así como investigadores de la Universidad de Oviedo que dialogaron con interés y abrieron nuevos cauces de colaboración. Igual que el taller, el acto gozó de cobertura elogiosa en medios de comunicación locales. Lo mismo puede decirse del último taller celebrado a final de 2016.

Respondiendo a las propuestas de estudio realizadas en esos talleres, durante 2015, 2016 y 2017 se realizaron encuestas entre las unidades de convivencia beneficiarias del Banco de Alimentos de Asturias, se estudiaron muchas de las entidades donantes reales o potenciales de dicho banco, se diseñaron varias herramientas para mejorar la gestión de la cadena logística gobernada por el mismo y se ha integrado todo el conocimiento acumulado hasta el presente (Álvarez Gil, 2017). Parte de ese conocimiento fundamentó el proyecto SWC que, incluyendo a los bancos de alimentos, amplía la perspectiva de análisis y gestión. Los últimos resultados sugieren extender el estudio a otros agentes mientras se mantiene la apertura de foco más allá de los bancos de alimentos. Para 2018 se pretende abordar el sistema alimentario gobernado por entidades públicas como las de enseñanza y los ayuntamientos.

### **Conclusiones**

La experiencia investigadora de seis años mostrada hasta aquí, que sigue la estela de una larga historia en otras universidades y países, evidencia que los talleres participativos resultan esenciales para conectar eficazmente el mundo académico con la realidad circundante, especialmente cuando se trata de realidad desfavorecida. Buscando un compromiso entre mantener el contacto mutuo y disponer de periodos suficientes para desarrollar nuevos contenidos, la práctica desarrollada hasta ahora parece recomendar una periodicidad bi-anual. En medio, son necesarios contactos cotidianos de carácter más informal. La evolución del trabajo que presentamos indica asimismo que el aumento de la heterogeneidad de participantes enriquece los contenidos pero aumenta las dificultades para dinamizar los eventos. El manejo de esas dificultades sugiere la necesidad de aumentar la duración y complejidad de los encuentros, donde habrá que combinar sesiones paralelas especializadas, donde se tratarán aspectos concretos en grupos pequeños, con otras plenarios y transversales; no obstante, hay que tener en cuenta que el aumento de la complejidad de las sesiones exige más recursos que los utilizados hasta ahora.

Los resultados muestran asimismo las ventajas de la multidisciplinaridad, entendida esta en

varios sentidos: trabajo conjunto de profesionales de dentro y de fuera de la universidad, con perfil tecnológico y de ciencias sociales, de estudiantes y profesorado de diferentes titulaciones o áreas. Parece claro que problemas tan arduos como los aquí abordados exigen soluciones que combinen puntos de vista y herramientas diferentes, así como flexibles y, de nuevo, participativos. La visión ha de ser además de largo plazo, de aprendizaje paulatino, encadenando logros parciales mediante técnicas adecuadas a cada fase.

El tipo de trabajos propuestos a alumnado que finaliza sus estudios colaborando como asistentes de investigación fomenta su compromiso social, objetivo históricamente clave de la universidad que completa la formación en competencias transversales ahora previstas por el Espacio Europeo de Educación Superior. Algunos de estos colaboradores acabaron incorporándose al voluntariado de entidades no lucrativas que estaban estudiando (o que les estudiaban a ellos). El consiguiente altruismo mostrado por la mayoría de esas personas permite trabajar con escasos recursos financieros externos. Y es importante señalar que la calidad de los trabajos no se resiente habida cuenta de que la mayoría ha recibido buenas calificaciones por parte de los tribunales que les evaluaron, similares o mejores que las de otros proyectos convencionales en las mismas titulaciones. Tampoco parece que el cambio de planes de estudio (de proyectos fin de carrera a trabajos fin de grado o de máster) haya afectado esencialmente a la metodología y calidad de los trabajos, pese a la difundida idea de que el Plan Bolonia habría inducido en el alumnado menores niveles de compromiso y esfuerzo.

Surge otra dificultad al proponer trabajos de carácter aplicado y enfoque metodológico ecléctico a revistas consideradas de impacto con perspectivas científicas tradicionales. Aunque la literatura académica recoge cada vez más estudios prácticos que mezclan herramientas cualitativas y cuantitativas (Aguinis *et al.*, 2010), no sucede lo mismo con la IAP. No obstante, los resultados de esta línea de investigación han generado hasta el momento cuatro artículos en revistas del JCR y otro en una publicación bien posicionada, diez comunicaciones (cinco en congresos internacionales) y cierto impacto mediático.

Futuros desarrollos ya han sido esbozados al final del epígrafe anterior: dados los límites de los bancos de alimentos (de las entidades no lucrativas en general) para afrontar de forma sostenible un problema de tal envergadura (son más una solución de emergencia que estructural para garantizar la seguridad y la soberanía alimentaria), parece recomendable seguir ampliando el foco para analizar las posibilidades de que el sector público asuma mayor protagonismo. Pero la paulatina ampliación del espectro de participantes conllevará un probable aumento de las dificultades metodológicas si se quiere mantener la lógica IAP.

### **Agradecimientos**

Esta investigación ha sido financiada principalmente por cinco subvenciones del Ayuntamiento de Gijón a través del IUTA (código de la última ayuda: SV-17-GIJÓN-1-17), por el

Ministerio de Economía y Competitividad (DPI2013-41469-P), y por el contrato SWC (<http://www.cogersa.es/metaspaces/portal/14498/50330>) de la empresa pública COGERSA con financiación del IDEPA (CN-16-026). Hay que agradecer también la colaboración del Banco de Alimentos de Asturias y del resto de entidades mencionadas en el trabajo.

## Referencias

- Aguinis H., Werner S., Abbott J., Angert C., Park J., Kohlhausen D. (2010). Customer-centric science: Reporting significant results with rigor, relevance, and practical impact in mind. *Organizational Research Methods*, 13 (3), 515 - 539.
- Álvarez Álvarez E. (2013). *Los bancos de alimentos: estudio del panorama español y de las relaciones con las organizaciones beneficiarias de su actividad*. Proyecto fin de carrera de la Escuela Politécnica de Ingeniería (EPI) de Gijón, Universidad de Oviedo, Gijón.
- Álvarez Gil N. (2017). *Mejora del sistema de abastecimiento de alimentos a colectivos desfavorecidos*. Trabajo fin de máster de la EPI de Gijón, Universidad de Oviedo.
- Bacal A. (1991): A Participatory Organizational and Training Strategy for the Self-management Sector: A case Study of Action-research in Peru. *Economic and Industrial Democracy*, 12, 119-135.
- Barbón Alonso F. (2016). *Mejora de la gestión logística del Banco de Alimentos de Asturias*. Proyecto fin de carrera de la EPI de Gijón, Universidad de Oviedo.
- Cabaleiro M.J., Rodríguez, F., Martínez, X. (1999). Aplicación da IAP na formulación, elaboración e análise do informe sobre a xestión e o estado económico do cooperativismo agrario en Galicia. *Cooperativismo e Economía Social*, 19, 71-77
- Cantón García R. (2015). *Mejora de la gestión de los bancos de alimentos: estudio de los colectivos beneficiarios de las entidades de reparto proveídas por el Banco de Alimentos de Asturias*. Trabajo fin de grado de la Facultad de Comercio, Turismo y Ciencias Sociales Jovellanos, Universidad de Oviedo.
- Carroll A.B. (1996). *Business and society; ethics and stakeholders management*. South-Western College Publishing, Cincinnati, Ohio.
- Colino Blanco I. (2016). *Mejora de la cadena de gestión de biorresiduos de hipermercados con potencial para su aprovechamiento por bancos de alimentos*. Trabajo fin de master de la EPI de Gijón, Universidad de Oviedo.
- Coque J., Ortega Carpio M.L., Sianes Castaño A. (2012). La Educación para el Desarrollo bajo la perspectiva de ciudadanía global en la práctica docente universitaria: experiencia en un campus tecnológico. *Revista Electrónica Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 15 (2), 89-100 <http://www.aufop.com> (última consulta: 24/02/2018).
- Coque J., Pérez E. (1999). A Investigación-Acción Participativa na nova economía social. Análise dunha experiencia de inserción social en Asturias. *Cooperativismo e Economía Social*, 19, 127-146.
- CRUE (Conferencia de Rectores de Universidades Españolas) (2015). *Guía de Buenas Prácticas en materia de Cooperación Universitaria al Desarrollo*. <http://www.crue.org/Documentos%20compartidos/Comunicados/> (última consulta: 20/02/2018).
- Daub C. (2007). Assessing the quality of sustainability reporting: an alternative methodological approach. *Journal of Cleaner Production* 15 (1), 75-85.

- Dávila R. (1988). Primeras reflexiones sobre las experiencias con cooperativas rurales en regiones andinas colombianas. *Cuadernos de Agroindustria y Economía Rural*, 20, 139-151.
- De Las Heras García C. (2017). *Mejoras en la cadena logística de recuperación de alimentos*. Trabajo fin de grado de la EPI de Gijón, Universidad de Oviedo.
- Díez E.J. (2013). Investigación-Acción participativa: el cambio cultural con la implicación de los participantes. *Revista Electrónica Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 16 (3), 115-131.
- Fals Borda O. (1988). *La ciencia y el pueblo*. En F. Vío, V. Gianotten y T. de Witt (Eds.), *Investigación participativa y praxis rural. Nuevos conceptos en educación y desarrollo local*. CEEAL (Consejo de Educación de Adultos en América Latina), Santiago de Chile, 7-16.
- Fernández Alonso J. (2015). *El sector empresarial alimentario como donante del Banco de Alimentos de Asturias*. Proyecto fin de carrera de la EPI de Gijón, Universidad de Oviedo.
- Freeman R. (1984). *Strategic management. A stakeholder approach*. Pitman Publishing Inc, Marshfield, Massachusetts.
- Friedman M. (1962). *Capitalism and Freedom*. University of Chicago Press, Chicago.
- Gaete Quezada R. (2011). La responsabilidad social universitaria como desafío para la gestión estratégica de la Educación Superior: el caso de España. *Revista de Educación*, 355, 109-133.
- García Rodríguez M. (2015). *Relaciones en la cadena logística del Banco de Alimentos de Asturias*. Proyecto fin de carrera de la EPI de Gijón, Universidad de Oviedo.
- González López S., Salvador Benítez J.L., Aranda Sánchez J.M. (2015). Social Knowledge Management From The Social Responsibility Of The University For The Promotion Of Sustainable Development. *Social and Behavioral Sciences*, 191, 2112 – 2116.
- González Santos J.L. (1999). A problemática da organização empresarial das cooperativas e a IAP. *Cooperativismo e Economía Social*, 19, 3-15.
- Greenwood, D.; Whyte, J.W.F.; Harkavy, I. (1993). Participatory Action Research as a Process and as a Goal. *Human Relations*, 46(2), 175-192.
- Hopkins M. (2003). *The Planetary Bargain. Corporate Social Responsibility Matters*. Routledge, Londres.
- Husted B., Allen D. (2001). Toward a model of corporate social strategy formulation. *Proceedings of the Social Issues in Management Division at Academy of Management Conference*, Washington D.C.
- IER (Instituto de Estudios Rurales) (2018). *Semestre Social en el IER*. Pontificia Universidad Javeriana. <http://www.javeriana.edu.co/ier/?idcategoria=107> (última consulta: 22/02/2018).
- Jiménez G.J., López M.D. (1993). IAP y la intervención en barrios. *Documentación social*, 92, 169-176.
- Lammerink M.P. (1995): *Aprendiendo juntos. Vivencias en Investigación Participativa*. Vanguardia, Managua.
- Martínez de Carrasquero C., Mavárez R.J., Rojas L.A., Carvallo P.B. (2008). La responsabilidad social universitaria como estrategia de vinculación con su entorno social. *Frónesis*, 15 (3), 81-103. [http://www.scielo.org/ve/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1315-62682008000300006&lng=es&nrm=iso](http://www.scielo.org/ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1315-62682008000300006&lng=es&nrm=iso) (última consulta: 25/02/2018).

- Montañés M. (1993). Aportaciones básicas de la IAP en su relación con los movimientos sociales. *Documentación Social*, 92, 153-168.
- Morilla Gutierrez A. (2017). *Estudio de los beneficiarios de las entidades de reparto proveídas por el Banco de Alimentos de Asturias*. Trabajo fin de grado de la Facultad de Economía y Empresa, Universidad de Oviedo.
- Muijen H. (2004). Corporate Social Responsibility Starts at University. *Journal of Business Ethics*, 53 (1-2), 235-246.
- Niccolini F., Davis E.B., La Verghetta M., Pilotti V. (2017). Integrating Values, Purposes, and Visions for Responsible Development. In M. Russ (ed.) *Human Capital and Assets in the Networked World*, Emerald, Bingley, West Yorkshire, 177 – 214.
- RD 1393/2007, de 29 de octubre, por el que se establece la ordenación de las enseñanzas universitarias oficiales. Boletín Oficial del Estado (BOE), 260, de 30/10/2007.
- Rivera Tesoro L. (2014). *Mejora de la gestión de los bancos de alimentos: estudio de los colectivos beneficiarios de las entidades de reparto proveídas por el Banco de Alimentos de Asturias*. Trabajo fin de grado de la Facultad de Comercio, Turismo y Ciencias Sociales Jovellanos, Universidad de Oviedo.
- Robles Gullón A. (2015). *Mejora de la cadena de gestión de biorresiduos con potencial para su aprovechamiento por bancos de alimentos*. Proyecto fin de carrera de la EPI de Gijón, Universidad de Oviedo.
- Rodríguez Docampo C. (2016): *Aprovechamiento de excedentes alimentarios en cadenas de restauración*. Proyecto fin de carrera de la EPI de Gijón, Universidad de Oviedo.
- Samour H. (2007). Universidad para la liberación: la proyección social de la UCA. *Revista Realidad*, 112, 207-228.
- Solito, N. (2014). Proyección social, un compromiso institucional. Universidad Centroamericana José Simeón Cañas (UCA). <http://www.uca.edu.sv/noticias/texto-3374> (última consulta: 25/02/2018).
- Suárez Felgueroso E. (2017). *Estudio de empresas donantes del Banco de Alimentos de Asturias*. Trabajo fin de grado de la EPI de Gijón, Universidad de Oviedo.
- Torres Valdavidia C. (2012): *Los bancos de alimentos españoles: gestión en un contexto de crisis y propuesta de mejoras*. Proyecto fin de carrera de la EPI de Gijón, Universidad de Oviedo.
- Van der Velde J., Williamson D.L., Ogilvie L.D. (2009). Participatory Action Research: Practical Strategies for Actively Engaging and Maintaining Participation in Immigrant and Refugee Communities. *Qualitative Health Research*, 19 (9), 1293-1302.
- Vasilescu R., Barna C., Epure M., Baicu C. (2010). Developing university social responsibility: A model for the challenges of the new civil society. *Procedia Social and Behavioral Sciences*, 2, 4177-4182.
- Vázquez González P. (2016): *Estudio de los beneficiarios de las entidades de reparto de Gijón proveídas por el Banco de Alimentos de Asturias*. Trabajo Fin de Grado de la EPI de Gijón, Universidad de Oviedo.
- Zamanillo T. (1993). La IAP en trabajo social. *Documentación social*, 92, 225-240.



## Implantación del Programa de Mentorías entre iguales MENTOR EPIGIJON

Inés Suárez Ramón<sup>a</sup>, José A. Huidobro Rojo<sup>b</sup>, José P. Paredes Sánchez<sup>c</sup>, Manuela González Vega<sup>d</sup>

<sup>a</sup>Subdirectora de Estudiantes, Escuela Politécnica de Ingeniería de Gijón, ines@uniovi.es, <sup>b</sup>Universidad de Oviedo, Departamento de Matemáticas, jahuidobro@uniovi.es, <sup>a,c</sup>Universidad de Oviedo, Departamento de Energía, paredespablo@uniovi.es, <sup>d</sup>Universidad de Oviedo Departamento de Ingeniería Eléctrica, Electrónica, de Computadores y Sistemas, mgonzalez@uniovi.es.

---

### **Abstract**

*In this paper, the peer mentoring program of the Polytechnic School of Engineering of Gijón is described. It is a peer tutoring program where a group of experienced students (Mentors) help new students (Mentees) to overcome the difficulties they find in adjusting to university life. These Mentors are supported by a group of teachers (Tutors). This kind of tutoring program is a pioneer at the University of Oviedo. This program also enhances the development of social and leadership skills of Mentors. In this study, the implementation of the program and the participation of Tutors, Mentors and Mentees are analysed. Finally, the results of an opinion poll are presented. They show a high degree of satisfaction.*

**Keywords:** peer mentoring; university adaptation; social skills; leadership; academic results.

---

### **Resumen**

*El trabajo describe la evolución del Programa de Mentorías de la Escuela Politécnica de Ingeniería de Gijón. Se trata de un programa de mentorías entre iguales en el que una selección de estudiantes de los últimos cursos (Mentores) orientan a estudiantes de nuevo ingreso (Mentorizados) con el objetivo principal de facilitar su adaptación al entorno universitario. El programa también potencia el desarrollo de capacidades y habilidades sociales*

*y de liderazgo de los Mentores, que cuentan con el apoyo de un grupo de profesores. Esta estructura del programa de mentorías es pionera en la Universidad de Oviedo. En el trabajo se analizan, entre otros aspectos, las estadísticas de participación de los colectivos: Tutores, Mentores y Mentorizados. Finalmente, se presentan los resultados de encuestas de valoración que demuestran un alto grado de satisfacción.*

**Palabras clave:** *mentorías entre iguales; adaptación universitaria; competencias sociales; liderazgo; resultados académicos.*

## **Introducción**

La incorporación de los estudiantes de enseñanza secundaria a la universidad es un proceso complejo, que implica cambios en diferentes aspectos de su vida y en el que, en mayor o menor medida, todos los alumnos encuentran ciertas dificultades. Las instituciones académicas no pueden dejar solos a los estudiantes y, como se recoge en el R.D. 1393/2007, las universidades deben disponer de sistemas accesibles de información y procedimientos de acogida y orientación para facilitar a los estudiantes de nuevo ingreso su incorporación a las enseñanzas universitarias correspondientes.

El propósito de esta comunicación es analizar el proceso de implantación del Programa de Mentorías que se viene realizando en la Escuela Politécnica de Ingeniería de Gijón (EPiGijón) desde el curso 2014-2015. El objetivo principal del programa es ayudar a los nuevos alumnos en el proceso de adaptación a los estudios universitarios que se imparten en nuestro centro. La EPiGijón pertenece a la Universidad de Oviedo, ubicada en el Campus de Gijón, en el Principado de Asturias, y en la oferta educativa se incluyen siete grados de ingeniería dentro de las ramas industrial, telecomunicación e informática. En el curso 2017-2018 están matriculados 2622 estudiantes de grado, de los que 605 son de nuevo ingreso.

El proceso de adaptación a la universidad ha suscitado la reflexión de diversos autores (Ozga, 1998; Lowe, 2003; Rodríguez-Muñiz, 2015; Rodríguez S. et al, 2004). De hecho, las tasas más elevadas de abandono suelen presentarse en el primer curso de las carreras universitarias (MECD, 2016) por lo que acciones para facilitar la incorporación de los estudiantes al mundo universitario son bienvenidas y constituyen una buena contribución a la mejora de los resultados de aprendizaje. Si bien los problemas que surgen en la transición de la enseñanza secundaria a la universidad no son nuevos (Lowe 2003), cabe decir que la entrada en vigor del llamado “Plan Bolonia” ha venido a complicar un poco más la situación. El tipo de clases a los que están acostumbrados los alumnos cambia cuando se incorporan a la universidad. Se encuentran con tres tipos de clases: las clases expositivas, que se imparten en grupos grandes, no más de cien alumnos; las prácticas de aula, donde los grupos se dividen a la mitad y, finalmente, las prácticas de laboratorio y tutorías grupales,

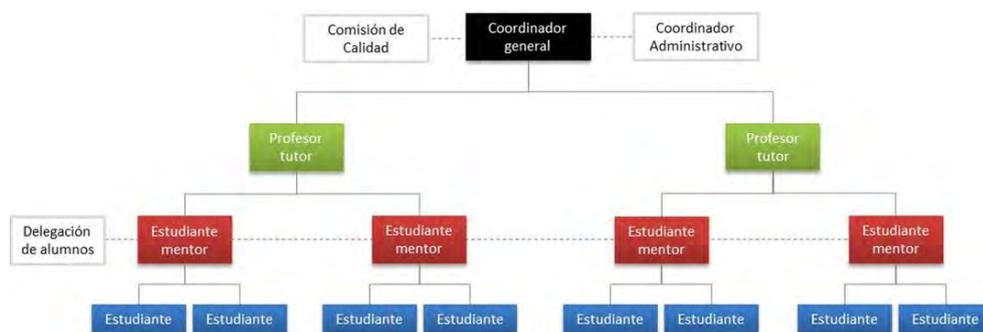
donde los grupos se reduce aún más. Por otra parte, la periodicidad de las clases no es semanal, como sucede generalmente en secundaria. Esto complica bastante la organización docente, y, además, en nuestro centro, la docencia se imparte en aulas situadas en cinco edificios con lo que los estudiantes que empiezan, en los primeros días, tienen dificultades para encontrar sus aulas. Entender el sistema de horarios, organización de asignaturas y ubicación de lugares resulta complejo y las confusiones en los primeros días son bastante frecuentes. Por todo esto, la dirección de la EPIGijón se embarcó en la implantación de un plan que ayudara a los nuevos alumnos en su transición al mundo universitario.

En nuestro centro ya se habían realizado experiencias relativas a tutorías para alumnos de primer curso y, en esta ocasión, se optó por poner en marcha un Programa de Mentorías basado en tutorías entre iguales. El programa se aprobó en la Comisión de Gobierno en diciembre de 2013 con la idea de que comenzase en el curso 2014-2015.

### Descripción e Implantación del Programa

La estructura organizativa del programa se representa en la Figura 1. Los principales protagonistas son los estudiantes, que están organizados en dos grupos: Mentores y Mentorizados. A cada alumno de nuevo ingreso que quiera participar en el programa se le asocia un alumno Mentor, matriculado preferiblemente en su mismo grado en tercer o cuarto curso, lo que garantiza cierta experiencia en la titulación. A su vez, los alumnos Mentores, en grupos de cuatro o cinco, están dirigidos por un Profesor Tutor que es el responsable de: guiarles en las tareas a realizar, facilitar el contacto con sus Mentorizados, resolver posibles dificultades y, en suma, orientarles en el proceso de mentorización.

Figura 1 Organización del Programa



La coordinación general del Programa de Mentorías recae en la Subdirección de Estudiantes de la Escuela, que cuenta con el apoyo de un miembro de los servicios administrativos del Campus. Finalmente, la Comisión de Calidad del Centro es el órgano

encargado de recoger y analizar la información de seguimiento del programa y de proponer acciones de mejora.

En la propuesta del Programa de Mentorías se incluía un plan de actuación para su puesta en marcha. El primer paso fue la captación de tutores para lo que se pidió la colaboración de los profesores. La respuesta fue buena y se formó un grupo de trabajo cuya primera tarea fue precisar los objetivos específicos a conseguir y planificar la metodología a seguir. La principal preocupación de los Tutores, algunos noveles en este tipo de tareas, era cómo formar a los Mentores para su nueva tarea, qué líneas seguir en las reuniones que tendríamos con ellos y cómo guiarles en sus acciones con los alumnos Mentorizados. Se mantuvieron varias reuniones donde se estableció, en líneas generales, el modo de actuar con los Mentores y Mentorizados. También se estimó conveniente recibir formación sobre orientación de la problemática de la incorporación de los alumnos a la universidad. A través de la dirección de la EPIGIJON, se contactó con el Instituto de Ciencias de la Educación de la Universidad de Oviedo y se organizó un curso, para los profesores Tutores, sobre la mentoría entre iguales como estrategia de orientación en la universidad. Con el fin de unificar criterios a la hora de orientar a los Mentores se elaboró un documento para servir de guía en las primeras reuniones que los Tutores debían tener con sus Mentores. La idea no era seguir estrictamente el documento, sino orientar al Tutor en las primeras reuniones y fijar unos puntos que fueran comunes a todos. Esta guía ha sido un documento abierto que se ha completado con las opiniones de Tutores y Mentores, principalmente durante el primer curso, y es la siguiente :

1. Las reuniones deben convocarse con tiempo suficiente, con un orden del día y no debieran durar más de una hora.
2. Comentar las ideas principales del plan de mentorías.
3. Recomendaciones que pueden realizar a los alumnos:
  - 3.1. Determinar forma de contacto del Mentor con sus Mentorizados. Lo usual será el correo electrónico o whatsapp para lo cual deben comunicarse las direcciones. También pueden establecerse otros medios.
  - 3.2. Que lean y elaboren un resumen de los aspectos más relevantes de las guías docentes.
  - 3.3. Hablarles y/o facilitarles la normativa (o lugar donde puede encontrarse) sobre permanencia, consideración de no presentado, anulación de matrícula, aprobado por compensación.
  - 3.4. Comentarles el sistema de representación de los estudiantes. (Delegados en cada aula, representantes en la junta de escuela, delegación de alumnos).
  - 3.5. Explicarles el sistema de horarios y los nombres de los edificios del campus.
  - 3.6. Que planifiquen su estudio (planificación diaria, tener en cuenta fechas donde se acumulen tareas, ...).
  - 3.7. Comentarles que pueden solicitar tutorías con los profesores.

- 3.8. Que consigan materiales de las asignaturas que puedan orientarles (pueden pedir a compañeros de cursos superiores apuntes, libros interesantes, orientación, ...).
- 3.9. Proporcionar información sobre instalaciones deportivas en la universidad.
- 3.10. Informar sobre asociaciones con sede en nuestra escuela.
- 3.11. Informar sobre la posibilidad de estudiar en el extranjero mediante el convenio erasmus.
4. Recoger sugerencias, dudas, dificultades que tienen los alumnos Mentorizados. Deben llevar un registro de las consultas que les hacen.
5. Elaborar un acta de la reunión.
6. Firmar el documento de confidencialidad y enviarlo al Tutor.

Después de haber establecido la función de los Tutores, el paso siguiente fue la captación de alumnos mentores. Por correo electrónico principalmente, se solicitó la participación de alumnos voluntarios y también se solicitó la colaboración de la Delegación de Alumnos del centro. El resultado también fue bueno y, a finales del curso 2013-2014, se convocó una reunión con alumnos interesados para explicar el Plan de Mentorías y resolver posibles dudas.

En la Tabla 1 se resume el número de participantes en los tres colectivos del programa desde su implantación en el curso 2014-2015 hasta el curso actual. Se observa que el número de Tutores es muy estable, el número de Mentores ha disminuido gradualmente de forma bastante acusada y el número de Mentorizados ha ido fluctuando a lo largo de estos cuatro cursos. Estas cifras están directamente relacionadas con los procedimientos de captación de participantes de los tres colectivos, que han ido evolucionado desde la puesta en marcha del programa para solucionar ciertas dificultades que se fueron detectando.

**Tabla 1. Evolución de la participación en el Programa de Mentorías**

<b>Curso Académico</b>	<b>Tutores</b>	<b>Mentores</b>	<b>Mentorizados</b>	<b>Mentores /Tutor</b>	<b>Mentorizados /Mentor</b>
2014-2015	38	116	196	De 3 a 4	De 1 a 2
2015-2016	38	86	136	De 2 a 3	De 1 a 2
2016-2017	36	64	223	De 1 a 2	De 3 a 4
2017-2018	36	36	163	1	De 4 a 5

La condición de Tutor se prorroga al curso siguiente, salvo renuncia, y se admiten nuevas incorporaciones bajo petición, siempre que el número de Mentores sea adecuado.

Para la captación de Mentores se utilizan dos métodos: un formulario de inscripción que se envía por correo electrónico y la opción de solicitar la participación en el programa durante la formalización de la matrícula. La disposición de los Mentores fue inicialmente muy

buena, pero la motivación ha ido disminuyendo gradualmente debido a las dificultades para establecer el contacto inicial con los Mentorizados y al abandono de un buen número de estos últimos durante los primeros días del curso.

La captación de los Mentorizados ha sido uno de los aspectos en los que más medidas de mejora se han introducido. Inicialmente, la inscripción en el programa se realizaba mediante un formulario de inscripción disponible en la web de la Escuela. Más adelante, se incorporó la opción de solicitarlo durante la formalización de la matrícula y se reforzó la difusión del programa durante todas las actividades de orientación a futuros estudiantes en las que participó la Escuela. Por esta razón, durante el curso 2016-2017 se alcanzó la máxima participación de Mentorizados. Sin embargo, la propia desorientación de los alumnos de nuevo ingreso sobre la vida universitaria ha motivado que muchos de los que se inscriben en el programa, realmente no saben qué es, y cuando el Mentor asignado contacta con ellos, renuncian porque realmente no están interesados en participar.

En general, los procedimientos de captación de alumnos, han motivado que el primer contacto Mentor-Mentorizado se haya retrasado más allá del inicio del curso. Para tratar de mejorar estos dos aspectos, antes del inicio del curso 2017-2018 se organizó un encuentro para los alumnos interesados en el programa en el que se realizaron las asignaciones Mentor-Mentorizado. De esta forma, se aseguró el contacto y la reunión inicial, se minimizaron las renunciaciones y todos los alumnos Mentorizados recibieron orientación muy útil para los primeros días del curso, justo cuando más lo necesitan.

La labor realizada por los Tutores y los Mentores en el programa cuenta con reconocimiento a nivel institucional. Los profesores Tutores tienen una desgravación de 0,5 horas por alumno, con un máximo de 10 horas por curso académico. Por su parte, los Mentores pueden solicitar el reconocimiento de 1 crédito ECTS por curso académico.

## **Seguimiento del Programa**

### ***Reuniones de Seguimiento del Programa***

Según lo previsto en la programación, se realizan reuniones periódicas de coordinación general, donde asisten los Tutores y los Mentores. Al igual que en las reuniones entre Tutor-Mentor y Mentor-Mentorizado, se realiza un pequeño informe para en el que recogen los aspectos más relevantes. El número de reuniones de partida entre Tutor-Mentor y Mentor-Mentorizado es, al menos, de 3 y 6, respectivamente.

En las reuniones que existen entre Tutores-Mentores, así como entre Mentores-Mentorizados, se contabiliza el número de asistentes para calcular el porcentaje promedio de asistencia. Los resultados obtenidos en el periodo 2015-2017 indican que en ambos casos el porcentaje de asistencia presencial va descendiendo paulatinamente, desde la

primera a la última reunión. En el caso de las reuniones Tutor-Mentor la asistencia evoluciona desde un 64% al 30%. En las reuniones Mentor-Mentorizado el porcentaje baja del 76% al 28%. En ambos casos se observa un descenso progresivo por reunión, aunque mucho menos acusado en el primer caso. Debemos señalar que este descenso en las reuniones presenciales no significa que se pierda el contacto. De hecho, nos consta que los contactos por medios electrónicos han experimentado un notable auge.

Al final del curso todos los participantes deben realizar una evaluación del programa según la función desempeñada, pudiendo además aportar sugerencias para su mejora.

### ***Evaluación del Programa***

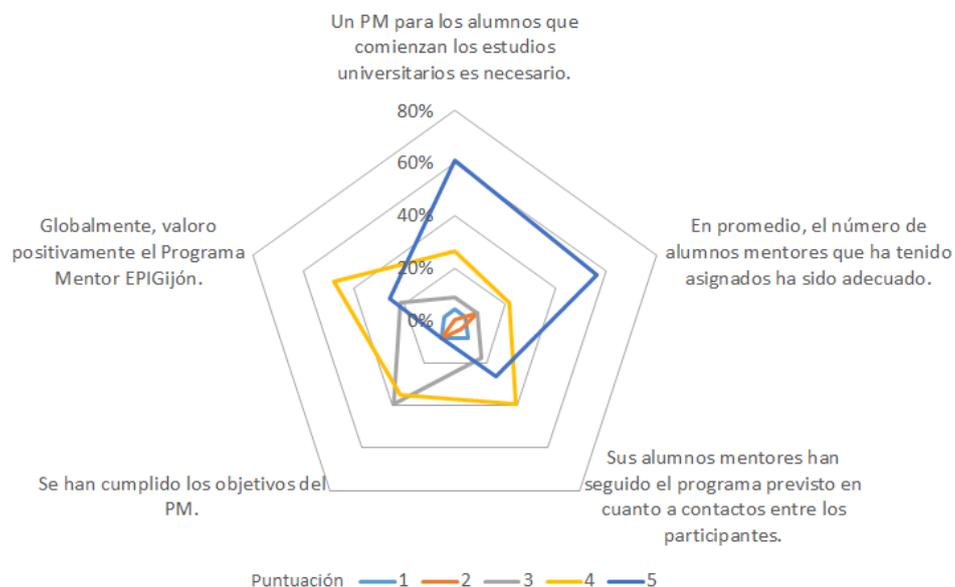
Para la evaluación del programa durante el periodo 2014-2018 se realizó una encuesta de valoración del Programa de Mentorías (PM) en cada uno de los grupos participantes: Tutores, Mentores y Mentorizados. Las encuestas se desarrollaron en forma de formularios “online” de valoración del programa. Las preguntas incluyeron tanto puntuación numérica como selección de opciones en rangos predefinidos. Las respuestas con puntuación se podían valorar de 1 a 5, donde la calificación de 1 representaba estar “Nada de acuerdo” y 5 mostraba estar “Totalmente de acuerdo” con la afirmación.

El 88% de los Mentores que respondieron a las encuestas han desarrollado dicha actividad durante menos de 2 años, mientras que el 74% de los Tutores la han desempeñado durante al menos 3 años, esta diferencia se debe al paulatino desarrollo del ciclo académico de finalización de los estudios. Cabe destacar que el PM ha sido valorado muy positivamente en todos los aspectos planteados, pues en todas las cuestiones formuladas se alcanzaron, en promedio, puntuaciones de al menos 3,3 sobre 5. En las Figuras se muestran los porcentajes de respuestas por grupo participante que ha asignado una determinada puntuación.

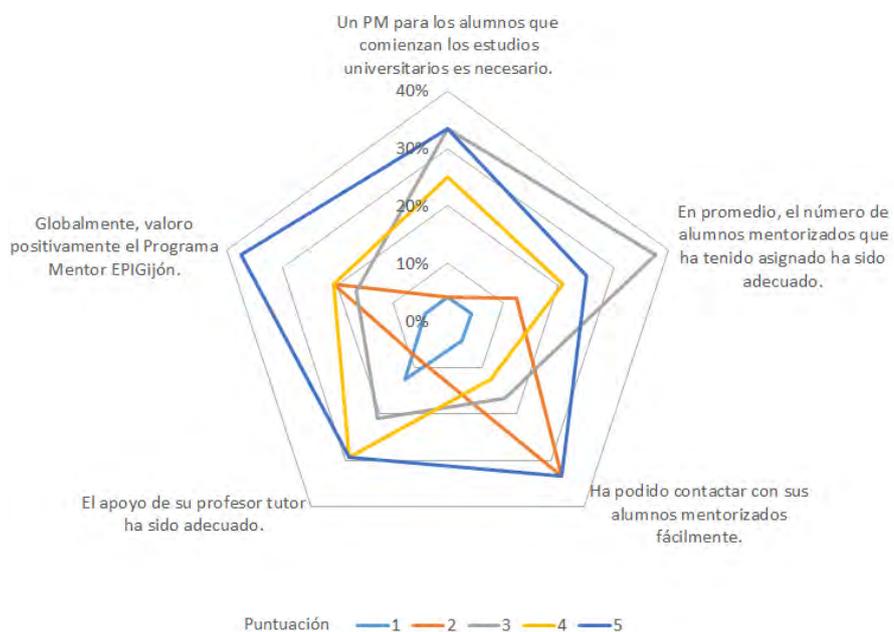
La Figura 2 recoge la valoración relativa que realizan los Tutores mediante dichas encuestas. Como se puede observar existe una valoración global positiva del programa en todos sus aspectos. Particularmente, destaca una puntuación media por encima del 4,4 sobre 5 la necesidad del PM. También es de destacar la puntuación de 3,9 en aspectos relativos a coordinación y organización del programa. El cumplimiento de objetivos ha sido puntuado con un 3,3 sobre 5.

La Figura 3 muestra el grado de satisfacción de los Mentores, destacando una puntuación media por encima del 3,7 tanto en la importancia como en la valoración global del PM. Cabe mencionar que el 21% de los Mentores que respondieron a la encuesta habían sido alumnos Mentorizados.

**Figura 2 Resultados Tutores**



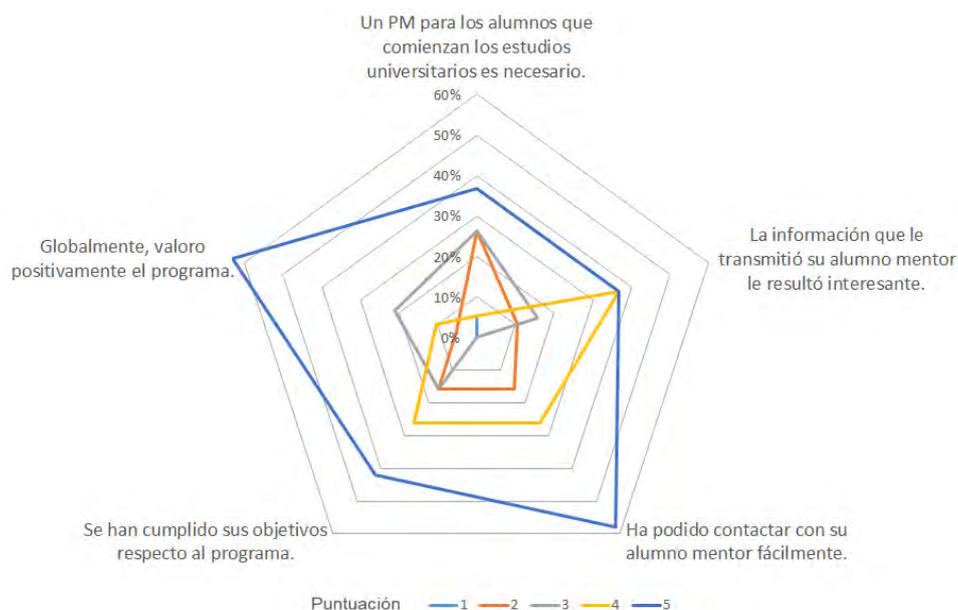
**Figura 3 Resultados Mentores**



La Figura 4 muestra los resultados relativos a los Mentorizados, en la línea anteriormente comentada, presentan un valoración media por encima de 4 sobre 5, tanto el grado de

satisfacción global del PM como aspectos relativos a la comunicación o intercambio de información entre el Mentor-Mentorizado.

**Figura 4 Resultados Mentorizados**



En cuanto a los temas tratados, o de los cuales se ha intercambiado información durante las sesiones, destacan los relativos a cuestiones de tipo académico en asignaturas, con un porcentaje medio superior al 50%, seguidas de las cuestiones de índole administrativo, con el 25%. En menor medida las de tipo social. Las principales dificultades planteadas fueron la realización de reuniones « formales » y la elaboración de actas de seguimiento. Entre los beneficios adicionales detectados en dichas reuniones, se observó como un aspecto positivo a nivel curricular la posibilidad de los Mentores de acercarse a la gestión de equipos.

#### ***Resultados Académicos de los Alumnos Mentorizados***

Un elemento más a tener en cuenta a la hora de evaluar el programa es su posible influencia sobre el rendimiento académico de los alumnos Mentorizados. Para analizar este apartado se estudiaron de forma separada los resultados obtenidos por los alumnos de primer ingreso, Mentorizados y No Mentorizados, en relación a tres puntos:

- Tasa de Rendimiento: relación porcentual entre el número total de créditos superados y el número total de créditos matriculados por los estudiantes.
- Tasa de Éxito: relación porcentual entre el número total de créditos superados y el número total de créditos presentados a pruebas de evaluación por los estudiantes.

- Tasa de Evaluación: relación porcentual entre el número total de créditos presentados a evaluación y el número total de créditos matriculados por los estudiantes.

En primer lugar, en la Tabla 2 se muestra la evolución en el período 2015-2017 del número de alumnos Mentorizados frente al total de alumnos de primer ingreso, para los diferentes Grados de Ingeniería que se imparten en EPIGIJON.

**Tabla 2. Participación en el Programa de Mentorías de los alumnos de primer ingreso**

<b>Grado</b>	<b>2015-2016</b>	<b>2016-2017</b>
<b>Tecnologías Industriales</b>	17,6 %	39,1 %
<b>Electricidad</b>	6,7 %	30,4 %
<b>Electrónica Industrial y Automática</b>	13,6 %	21,1 %
<b>Tecnologías y Servicios de Telecomunicación</b>	19,6 %	40,5 %
<b>Informática en Tecnologías de la Información</b>	17,9 %	32,3 %
<b>Mecánica</b>	20,2 %	31,8 %
<b>Química Industrial</b>	10,2 %	6,7 %

En el curso 2016-2017 se observa un incremento importante de los alumnos Mentorizados, situándose la participación entre el 20% y el 40% en todos los Grados salvo en el de Química Industrial, donde la participación decrece hasta situarse en torno al 7%.

En los gráficos de las Figuras 5 y 6 se muestran para los cursos 2015-2016 y 2016-2017, las tasas promedio de resultados obtenidos por los alumnos de primer ingreso Mentorizados y no Mentorizados.

Como se puede observar en la Figura 5, en el curso 2015-2016 el rendimiento académico promedio de los alumnos Mentorizados mejora al de los No Mentorizados en las tres comparativas realizadas, desde un 9% en la Tasa de Éxito hasta un 17% en la Tasa de Rendimiento. Si se analizan los resultados por Grados, en general estas mejoras son más apreciables en los Grados de “Tecnologías Industriales”, “Electricidad” y “Electrónica Industrial y Automática”, con un incremento en torno a un 25% en las Tasas de Rendimiento y de Evaluación, y en torno a un 13% en la Tasa de Éxito. En el resto de Grados, la mejoría en los resultados no supera en general el 10%.

Figura 5 Tasas promedio de resultados en el curso 2015-2016 para alumnos de primer ingreso

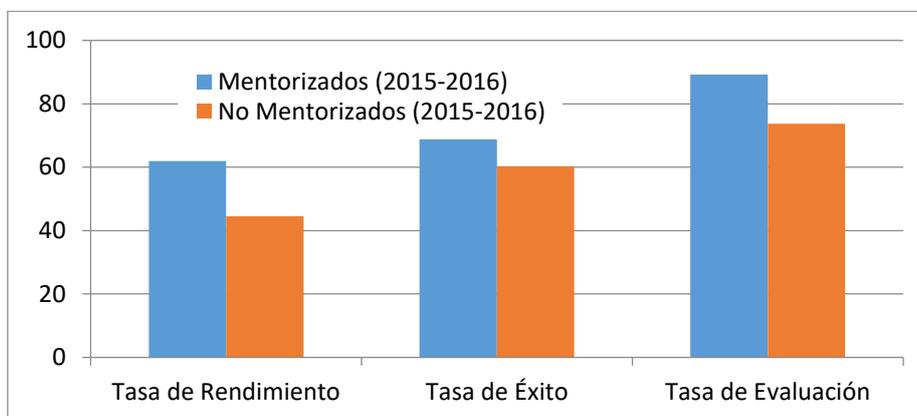
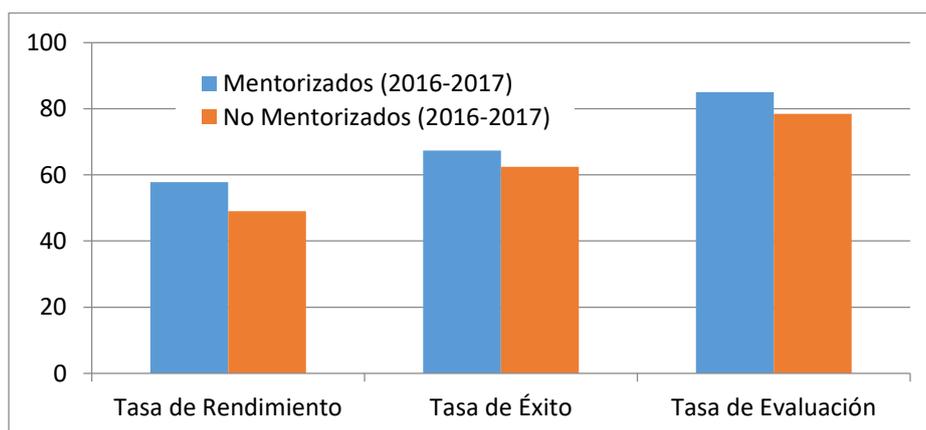


Figura 6 Tasas promedio de resultados en el curso 2016-2017 para alumnos de primer ingreso



Los datos mostrados en la Figura 6 revelan que los resultados académicos en el curso 2016-2017 siguen siendo mejores, en promedio, en los alumnos Mentorizados. Aun así, la subida en el rendimiento de los alumnos No Mentorizados y la bajada en el de los Mentorizados, reduce las diferencias en las Tasas hasta aproximadamente la mitad con respecto al curso previo. Esta situación se liga al incremento importante del porcentaje de alumnos Mentorizados en este curso. En cuanto al comportamiento observado en los diferentes Grados, destaca por su falta de uniformidad. De forma general, la mejoría en las Tasas sigue siendo importante en los Grados de “Tecnologías Industriales”, “Mecánica” y “Química Industrial” (entre un 10% y un 25%). En el resto de Grados, las diferencias se van reduciendo hasta llegar, en el caso extremo del “Grado en Tecnologías y Servicios de Telecomunicación”, a observarse mejores resultados en los alumnos No Mentorizados en las Tasas de Rendimiento y Éxito (en torno a un 8%).

## **Conclusiones**

En este trabajo se presenta el proceso de implantación de un Programa de Mentorías Entre Iguales en la Escuela Politécnica de Ingeniería de Gijón, pionero dentro de la Universidad de Oviedo. Para evaluar el programa se analizan las estadísticas de participación de los tres colectivos implicados (Tutores, Mentores y Mentorizados) desde el inicio del programa en el curso 2014-2015, se compara el rendimiento académico de los alumnos de nuevo ingreso Mentorizados y No Mentorizados, y se presentan los resultados de una encuesta de valoración enviada a todos los participantes. El alto grado de satisfacción de los tres colectivos implicados y la mejor respuesta académica de los alumnos Mentorizados, permiten afirmar que el programa se está desarrollando en la actualidad con éxito, una vez solventados ciertos problemas ligados fundamentalmente al proceso de captación de los alumnos. Aun así, todavía se tiene que seguir trabajando en la mejora de diferentes aspectos, con especial énfasis en el diseño de actividades que refuercen la integración en el programa de los Mentores y Mentorizados, por ejemplo, impulsando la realización de reuniones presenciales frente al empleo de medios telemáticos.

## **Agradecimientos**

Queremos expresar nuestro agradecimiento al personal de administrativo de la Unidad Técnica de Calidad de la Universidad de Oviedo y de la Sección de Alumnos del Campus de Gijón, así como a los miembros de la Comisión de Calidad de la EPIGijón, por su colaboración en la recopilación de datos y elaboración de informes que han servido de base para este trabajo.

## **Referencias**

- Lowe, H., Cook, A. (2003). Mind the Gap: are students prepared for higher education?. *Journal of Further and Higher Education*, 27 (1), 53-76.
- MECD (Ministerio de Educación, Cultura y Deporte) (2016). *Datos y cifras del sistema universitario español curso 2015-2016*. Secretaría General Técnica. Subdirección General de Documentación y Publicaciones. 169 pp.
- Ozga, J., Sukhnandan, L. (1998). Undergraduate Non-Completion: Developing an Explanatory Model. *Higher Education Quarterly*, 52 (3), 316-333.
- Rodríguez, S., Fita, E., Torado, M. (2004). El Rendimiento Académico en la Transición Secundaria-Universidad. *Revista de Educación*, 334, 391-414.
- Rodríguez-Muñiz, L. J., Díaz, P. (2015). Estrategias de las universidades españolas para mejorar el rendimiento en matemáticas del alumnado de nuevo ingreso. *Aula Abierta*, 43, 69-76.



## De Orienta a Mentor

Sánchez Báscones, M.I.<sup>a</sup>, Pérez Barreiro, C. <sup>b</sup> , Martín Bravo, M.A.<sup>c</sup>, Fernando Velázquez, M. <sup>d</sup>

<sup>a</sup>Dpto. Química Analítica, Escuela de Ingenierías Industriales (Eii), Universidad de Valladolid (UVa), [isanchez@qa.uva.es](mailto:isanchez@qa.uva.es), <sup>b</sup>Dpto. Tecnología Electrónica; Eii, UVa, [crisrina@eii.uva.es](mailto:crisrina@eii.uva.es), <sup>c</sup>Dpto. Física Aplicada, Eii, UVa, [maruchi@eii.uva.es](mailto:maruchi@eii.uva.es), <sup>d</sup>Dpto. Matemática Aplicada, Eii, UVa, [marisaf@mat.uva.es](mailto:marisaf@mat.uva.es)

---

### **Abstract**

*During the university courses 2008-2009 and 2009-2010 The Polytechnic College from the University of Valladolid, thorough a group of seven teachers, started up the program "Orienta" a mentoring program for the new students with the objective of helping them in their adaptation to the university studies, getting to know their academic expectations, enhancing their interpersonal communications and helping them along the university year, in essence, make the their first contact with the university world friendlier. In this case, the teachers participating acted as mentors for the new students, however, this experience did not have the levels of participants desired and the program did not continue.*

*Since the course 2015-2016 the renamed Industrial Engineering School has implemented a tutoring program among equals, called Program "Mentor" in which most of the teachers who participated in the "Orienta" program, participate again, where, having the same objectives, the mechanisms for getting them are completely different.*

*On this communication, we analyse and compare both programs showing the key strengths and weaknesses of each of them.*

**Keywords:** Mentor, Mentee, Tutor, orientation student program.

---

### **Resumen**

*Durante los cursos 2008-2009 y 2009-2010 la Escuela Universitaria Politécnica de la Universidad de Valladolid, a través de un grupo de siete*

*dicentes, puso en marcha el Programa Orienta, un programa de tutoría y orientación para estudiantes de nuevo ingreso con el fin de servir de ayuda en su adaptación a los estudios universitarios, conocer sus expectativas académicas, favorecer sus comunicaciones interpersonales, dar ánimo a lo largo del curso,... en definitiva hacer que sus primeros contactos con el mundo universitario fueran más amables. En este caso, el profesorado ejercía la tutela de los estudiantes de nuevo ingreso. Esta experiencia, no obtuvo los niveles de participación deseados y no continuó en el tiempo.*

*Desde el curso 2015-2016, la Escuela de Ingenierías Industriales ha implantado un programa de tutorías entre iguales, denominado Programa Mentor, en el que participa la mayoría del profesorado que participó en el Programa Orienta y en el que, si bien, los objetivos que persigue de cara a los estudiantes de nuevo ingreso son los mismos que en el Programa Orienta, los mecanismos para alcanzarlos son totalmente diferentes.*

*En esta comunicación se analizan comparativamente ambos programas mostrando los puntos fuertes y débiles encontrados en cada uno de ellos.*

**Palabras clave:** *Mentor, Tutor, Tutelado, programas de orientación*

## **Introducción**

Comencemos recordando qué es una tutoría y algunos tipos de tutoría que se implementan en la Universidad. En general, el término *Tutor* significa: *el que representa a..., el que vela por..., el que tiene encomendado y bajo su responsabilidad a otra persona..., quien tutela a alguien...* En cualquier caso, «tutoría» supone siempre tutela, guía, asistencia y ayuda mediante la orientación y el asesoramiento (García Nieto, 1990).

En la Universidad se entiende la tutoría como una parte del trabajo docente, en la que se establece una relación más personal entre docente y estudiante, para ser guía en su aprendizaje, para que cada estudiante pueda superar con éxito su periodo universitario. En este contexto, podemos definir al tutor como el profesor que tutela la formación humana y científica de un estudiante y le acompaña en sus procesos de aprendizaje (Lázaro, 2003, p. 108). Con su orientación, el tutor procurará organizar actividades para que cada estudiante logre todo lo que pueda en el aspecto personal, el académico y el profesional. De esta manera, con la tutoría universitaria cada estudiante irá desarrollando no sólo «saberes», sino también «competencias» que le permitan decidir sobre su propio proceso de aprendizaje tanto a lo largo de sus estudios como durante su ejercicio profesional.

Parece claro que los planes de acción tutorial en la Universidad son esenciales y deben tener como objetivos:

- Unificar el proceso educativo del alumnado universitario.

- Conseguir una verdadera *educación integral*.
- Garantizar la adecuada formación académica, científica y técnica del estudiante.
- Asesorar, guiar y orientar durante el periodo universitario hacia la madurez y el crecimiento intelectual, consiguiendo un verdadero espíritu y perfil universitario.
- Formar en valores.

Teniendo unos objetivos tan importantes, la actividad tutorial en la universidad no puede ser algo que se improvise o que dependa únicamente de cada docente. Debería convertirse en una actividad sistemática e intencional, por esto, debería estar bajo el paraguas de la Universidad, con una estructura de funcionamiento y dentro de la programación de las actividades académicas, de la manera más adecuada.

Existe otro tipo de tutoría en la Universidad: la tutoría entre iguales. Esta tutoría es una estrategia de orientación y acompañamiento que consiste en que estudiantes de cursos avanzados con más experiencia (mentores), ayudan a los estudiantes de nuevo ingreso a adaptarse de forma más rápida y menos traumática a la Universidad. Toda esta estrategia se lleva a cabo bajo la supervisión de un profesor tutor. Se aprovecha la experiencia de los mentores para facilitar la llegada de los nuevos, transmitiéndoles sus conocimientos y experiencias sobre el entorno universitario. Estos proyectos de mentoría no tienen como único objetivo el acompañamiento de los estudiantes de nuevo ingreso, también permiten a los mentores desarrollar competencias transversales que les serán muy útiles cuando se incorporen al mundo laboral. Hay que decir que la Universidad se beneficia de los resultados positivos que ofrece el programa de mentoría, porque ayuda a la disminución de la tasa de abandono, hace crecer el sentimiento de comunidad universitaria y aumenta el rendimiento académico.

En este sentido, la Ley Orgánica 6/2001, de 21 de diciembre, de Universidades dispone en su Art. 46, derechos y deberes de los estudiantes, que en los términos establecidos por el ordenamiento jurídico, los estudiantes tendrán derecho a la orientación e información por la Universidad sobre las actividades de la misma que les afecten, y al asesoramiento y asistencia por parte de profesores y tutores en el modo en que se determine.

Pues bien, la Escuela de Ingenierías Industriales tiene experiencia en ambos tipos de orientación, ya que durante los cursos 2008-2009 y 2009-2010 implantó un programa denominado Orienta basado en la tutoría a estudiantes de nuevo ingreso por parte de profesores tutores, y desde el curso 2015-2016 hasta el actual lleva a cabo un Programa Mentor, basado en la tutoría entre iguales. Basándose en estas dos experiencias, este trabajo pretende realizar una comparación entre ambos esquemas y los puntos fuertes y débiles encontrados en cada uno de ellos.

## **Metodología**

Antes de llevar a cabo un análisis comparativo de ambos sistemas de tutoría es necesario describir los objetivos y la metodología seguida en cada caso :

### 1. Plan de Acción Tutorial ORIENTA :

La Escuela de Ingenierías Industriales (Eii) de la Universidad de Valladolid (UVa), como Escuela Universitaria Politécnica (EUP), participó en el PROGRAMA de tutoría ORIENTA durante el curso 2008-2009, y ya como Eii, durante el curso 2009-2010.

Fue la UVa la que promueve este Programa Orienta y lo enmarca dentro de las acciones especiales del Plan de Innovación Docente para una mejor implantación de los nuevos grados del Espacio Europeo de Educación Superior (EEES). La UVa convoca el «PROGRAMA ORIENTA: Programa de Acción Tutorial de la Universidad de Valladolid Grupos de Acción Tutorial de Primer Curso», para desarrollar un programa de tutorías, mediante la creación y consolidación de unos grupos de acción tutorial de primer curso, orientados a facilitar al estudiante su integración en el sistema universitario (Rodríguez, 2008). Se basa en la Tutoría como una de las funciones del profesorado universitario (Gairín, 2004) y con la intención de que esta tutoría no debe limitarse a aspectos académicos incluidos en los programas (Guilarte, 2008), sino que debe extenderse a orientar al estudiante en su primer contacto con la Universidad. Las dificultades en la adaptación del alumnado a los estudios técnicos superiores, la optatividad y libre configuración de itinerarios curriculares de los nuevos planes de estudio, o la creciente demanda de atención personalizada a cada estudiante, motivan la puesta en marcha de esta acción.

En este contexto, la UVa propuso para los cursos 2008-2009 y 2009-2010 desarrollar un programa de acción tutorial, mediante la creación y consolidación de Grupos de Acción Tutorial de Primer Curso, para facilitar al alumnado su integración en el sistema universitario.

Los objetivos planteados en ambas convocatorias del Programa Orienta fueron:

- Ayudar al alumnado en su adaptación a los estudios universitarios.
- Orientar y ayudar a resolver cuantas dudas se les presenten respecto a la información dada en el inicio del curso.
- Conocer sus expectativas académicas.
- Identificar carencias formativas y ayudarles a superarlas.
- Orientar y animar a los estudiantes después de la convocatoria de enero-febrero.
- Ayudar a los estudiantes a que la ilusión y ganas de trabajar que tenían al inicio del curso, no decaiga durante el curso, ayudando a que su autoconcepto académico no decaiga
- Favorecer que mejoren sus relaciones interpersonales y de negociación para establecer consensos con sus compañeros.

Nuestro centro participó en ambas convocatorias de la siguiente manera:

Curso 2008-2009: 9 profesores Tutores; 48 estudiantes de nuevo ingreso en I.T.I. Electrónica Industrial y 17 estudiantes de nuevo ingreso de I.T.T. Sistemas Electrónicos

Curso 2009-2010: 7 profesores Tutores; 50 estudiantes de nuevo ingreso en I.T.I. Electrónica Industrial y 20 estudiantes de I.T.T. Sistemas Electrónicos.

La metodología de este Programa Orienta seguida en ambos cursos fue similar, aunque con pequeños matices, ya que durante el curso 2008-2009 las actividades del Programa Orienta no comenzaron hasta el 15 de Enero, mientras que en el curso 2009-2010 se pudo comenzar en septiembre. En esencia se estructuró en :

- Reuniones de los profesores Tutores del Programa para definir las estrategias de trabajo, establecer los plazos y designar a los alumnos de los que se responsabiliza cada tutor.
- Envío del Tutor de una carta por correo postal al grupo de estudiantes asignado asignados, en la que se presentaba y facilitaba su correo electrónico, para los miembros del grupo de estudiantes se pusieran en contacto con su Tutor para poder convocar la primera reunión.
- Definición de la Ficha para la recogida de datos del proceso, proporcionada por la UVa.
- Reuniones Tutor -Tutelados.

## 2.- Programa de Atención Tutorial MENTOR:

El Programa Mentor de la Eii, desarrollado durante los cursos 2015-2016, 2016-2017 y el actual, es una iniciativa de un grupo de docentes basada en la fórmula de la “formación + acompañamiento”, se enmarca dentro de las convocatorias que realiza la UVa cada curso de Proyectos de Innovación Docente (PID). Tiene como objetivos:

- Ayudar a estudiantes de nuevo ingreso en la Eii que de forma voluntaria quieran participar, a través del apoyo y asesoramiento, en base a experiencias previas y conocimiento de la organización, de estudiantes mentores.
- Facilitar el desarrollo competencial de los estudiantes mentores que participen en el proyecto gracias a la formación en liderazgo, motivación, comunicación y trabajo en equipo.
- La puesta en práctica de la formación recibida en la labor de apoyo y mentorización de los tutelados que les hayan sido asignados.
- El apoyo a lo largo del proyecto de los profesores tutores que han participado voluntariamente en el proyecto y que han sido asignados a cada mentor.

*De Orienta a Mentor*

- El enriquecimiento de la cartera de servicios que se prestan en la Eii de la UVa, a través de la mejora de la acogida e integración de nuevos estudiantes.

En este programa, la metodología seguida se ha estructurado en las siguientes fases:

- Difusión del programa e inscripción de mentores.
- Selección de mentores de entre los inscritos.
- Reuniones tutor-mentor y mentor-tutelado.
- Evaluación del proceso, mediante la realización de encuestas.
- Análisis de resultados y propuestas de mejora.

El programa se aplicó a todos los estudiantes de nuevo ingreso de los 7 Grados impartidos en la Eii.

Curso académico	Estudiantes nuevo ingreso	Mentores	Tutores
2015-2016	Diseño del plan y de los materiales		
2016-2017	459	31	15
2017-2018	437	39	15

Además de las figuras de Mentor y Tutor, el programa consta de otros dos grupos de trabajo con responsabilidades definidas:

1. Grupo de difusión: formado por 5 miembros de nuestro PID que se han encargado de diseñar los diferentes documentos necesarios en la implementación del Programa de Atención Tutorial MENTOR y de actualizar los medios de difusión utilizados en un curso para el siguiente.
2. Grupo de encuestas y análisis de resultados: formado por 6 miembros de nuestro PID que se han encargado de elaborar tres encuestas a cumplimentar por tutelados, mentores y tutores para conocer su opinión sobre el PID del curso 2016-2017, y analizar las respuestas para sacar conclusiones y hacer propuestas de mejora; el formato de las encuestas ha procurado evaluar aspectos comunes al proceso de los agentes implicados (tutores, mentores, tutelados) de forma que se pueda obtener información comparable desde distintos puntos de vista. Además es el grupo que ha llevado a cabo el análisis de los resultados, tanto respecto al desarrollo como a los resultados obtenidos en las encuestas.

Antes de cada reunión con los estudiantes de nuevo ingreso, los mentores se han reunido con los tutores para preparar cada reunión y programar los contenidos. El número de reuniones previstas fue de 6 durante el 2016-2017 y 5 en el actual curso 2017-2018.

### Resultados y Discusión

Este apartado contempla la realización de un estudio comparativo de los dos sistemas de tutorías empleados, comparativa que se realiza desde diversos ángulos: respecto a los objetivos plantados en cada caso, respecto a la metodología seguida y, finalmente, frente a los resultados obtenidos.

Por último, se llevará a cabo un análisis de los principales puntos fuertes y débiles, que a nuestro juicio presenta cada uno de los planes: Orienta y Mentor.

#### 1. Respecto a objetivos

ORIENTA	MENTOR
Ayudar a los estudiantes en su adaptación a los estudios universitarios. Conocer sus expectativas académicas.	Ayudar a los estudiantes de nuevo ingreso en la Eii, a través del apoyo y asesoramiento, en base a experiencias previas y conocimiento de la organización, de los estudiantes mentores.
Orientar y ayudar a resolver cuantas dudas se les presenten respecto a la información dada en el inicio del curso.	Facilitar el desarrollo competencial de los estudiantes mentores que participen en el proyecto gracias a la formación en liderazgo, motivación, comunicación y trabajo en equipo
Identificar carencias formativas y ayudar a superarlas.	Poner en práctica de la formación recibida en la labor de apoyo y mentorización de los tutelados que les hayan sido asignados.
Orientar y animar a los estudiantes después de la convocatoria de enero-febrero.	Recibir el apoyo de los profesores tutores que han participado voluntariamente en el proyecto y que han sido asignados a cada mentor.
Ayudar a los estudiantes a que la ilusión y ganas de trabajar que tenían al inicio del curso, no decaiga durante el curso.	Enriquecer de la cartera de servicios que se prestan en la Eii de la UVa, a través de la mejora de la acogida e integración de los nuevos estudiantes.

Puede observarse claramente que si bien en el Programa Orienta los objetivos marcados se dirigen en exclusiva hacia cada estudiante de nuevo ingreso, aspecto que comparte con el

Programa Mentor, este último se vuelve más ambicioso, incluyendo la formación y el desarrollo de competencias transversales de la figura del mentor, y además un objetivo hacia la institución con la mejora de la cartera de servicios.

## 2. Respecto a la Metodología:

Este aspecto presenta claramente diferencias entre ambos esquemas.

La primera y fundamental, es que el Programa Orienta basa el apoyo en un esquema de tutoría clásico, *Tutor* (profesor) - *Estudiante de nuevo ingreso*, mientras que el Programa Mentor basa su metodología en la tutoría entre iguales, ya descrita en la introducción, incluyendo una nueva figura que es la de Mentor (estudiante de cursos superiores), pasando el tutor a ser un orientador de los estudiantes Mentores. Aunque ambos esquemas son voluntarios, en el Programa Mentor se cita directamente en el aula, en el Programa Orienta se cita directamente al alumnado correspondiente en horario fuera del horario general y generalmente en el despacho del tutor. En el Programa Mentor se realiza una formación establecida a los Mentores, en el Programa Orienta no se realiza esta formación a los tutores. Los temas tratados dependen en gran medida de los solicitados por los estudiantes del Programa Orienta. El Programa Mentor afecta a todas las titulaciones de la Eii, y el Programa Orienta únicamente a dos de ellas.

## 3. Respecto a los resultados de la implantación.

Grado de implicación e involucración del alumnado y el profesorado en Programa Orienta:

Los profesores Tutores que formaron parte del Programa Orienta realizaron un gran esfuerzo: asistencia a reuniones programadas, coordinación de actividades, adaptación de documentos (González, 2007) e intentar por todos los medios (cartas personales, correos electrónicos, avisos en los tabloneros del aula) que los estudiantes de nuevo ingreso asistieran a las reuniones.

Tanto en el curso 2008-2009 en el que el programa comenzó el segundo cuatrimestre como en el 2009-2010, con reuniones desde el inicio del curso, el índice de participación de los estudiantes fue muy bajo, no cubriendo las expectativas previstas.

Grado de implicación e involucración del alumnado y el profesorado en Programa Mentor:

La implicación de los miembros del PID en ambos cursos de la implementación del Programa Mentor ha sido muy alta. Los grupos de trabajo establecidos entre estos miembros han funcionado bien cumpliendo objetivos e involucrándose para que el proyecto resultase un éxito. Los estudiantes que han participado como Mentores han cumplido con sus obligaciones de manera muy notable, han apoyado a sus tutelados y han aportado ideas para mejorar el Proyecto en posteriores ediciones. Sin embargo, la participación de los estudiantes de nuevo ingreso no ha sido tan alta como esperábamos aunque en el segundo año de su aplicación hemos observado una mejora en el número de tutelados.

La valoración del programa por todos los colectivos implicados ha sido muy alta, siendo especialmente reseñable la percepción de los mentores sobre el desarrollo logrado de sus competencias transversales.

#### Adecuación de documentos en Programa Orienta:

El profesorado implicado en el Programa Orienta realizó modificaciones importantes en los documentos proporcionados por la Universidad. Las realizadas durante el curso 2008-2009, estuvieron motivadas porque el programa se inició a finales de diciembre. Por esto se incluyeron preguntas relativas a los resultados y la asistencia a las clases de las asignaturas ya impartidas en el primer cuatrimestre y preguntas respecto a las expectativas en el segundo cuatrimestre. Para el curso 2009-2010 se mantuvieron las preguntas sobre sus expectativas académicas. Pero para los estudiantes que iniciaron sus estudios el curso anterior y continuaron en los grupos tutelados se les suprimieron aquellas preguntas sobre las que ya se tenía información.

#### Elaboración y adecuación de documentos de Programa Mentor:

Previo a la implementación del Programa Mentor, se realizó su diseño. Durante el curso 2015-2016, los miembros del PID elaboraron toda la documentación necesaria: calendario, guion de reuniones mentor-tutelados, modelo de acta para las diferentes reuniones, encuestas de satisfacción para tutelados, mentores y tutores, y diseño gráfico (logo, cartelería, web, ...). Tras la primera implementación del Programa Mentor (2016-2017) se revisó todo este material y se mejoró en los aspectos necesarios para utilizarlos en la implementación del curso 2017-2018. Este trabajo se ha realizado con éxito por el esfuerzo del profesorado del PID.

#### Análisis de resultados obtenidos en Programa Orienta:

Analizando las actas de las reuniones, se puede destacar que, entre los temas que más preocupaban a los pocos estudiantes de nuevo ingreso que participaron en el Programa Orienta están los siguientes (Martín Bravo, 2011): cómo les afectará el EEES, nuevos planes y convalidaciones de un plan a otro, distribución de los nuevos estudios en grado y máster; situación en la que quedarán los actuales titulados, funcionamiento de los programas de movilidad de estudiantes, realización de prácticas en empresas, créditos de libre configuración, servicios que ofrece la UVa y la Eii, actividades de extensión universitaria, asociaciones que existen en la UVa, órganos de representación del alumnado. Se debe tener en cuenta que este programa se aplica antes de la implantación de los estudios de Grado.

#### Análisis de resultados obtenidos en Programa Mentor:

Se han analizado las actas de las diferentes reuniones celebradas en el curso 2016-2017 para conocer diferentes aspectos del desarrollo del programa.

De las reuniones Tutores-Mentores destacaron las siguientes observaciones e incidencias señaladas: necesidad de buscar mejor horario para las siguientes reuniones Mentores-Tutelados

y cómo hacer la siguiente reunión con los tutelados más interesante para tener más asistencia.

En las reuniones Mentores-Tutelados, los tutelados plantearon temas como reconocimientos, dudas sobre los horarios, necesidad de idiomas, deportes en la Universidad, asociaciones, dudas sobre asignaturas y cómo estudiar, etc. Entre las observaciones e incidencias recogidas en el acta podemos señalar: dificultad para buscar horas libres para reunirse o poca asistencia de tutelados.

También se ha realizado, en el mismo curso, un análisis de las respuestas recogidas en las encuestas elaboradas para los tres colectivos, señalamos que no es una inferencia. Las tres encuestas se diseñaron de manera similar. Incluían un primer bloque de preguntas con respuesta cerrada, a puntuar entre 1 y 4 (desde totalmente en desacuerdo hasta totalmente de acuerdo), y otro bloque de preguntas con respuesta abierta. La encuesta finaliza con la petición de puntuar globalmente, entre 1 y 10, el Programa Mentor. Lo más destacable fue:

- En ambos cursos, la encuesta a tutores ha sido contestada por todos los tutores.
- En ambos cursos, la encuesta a mentores ha sido contestada por todos los mentores.
- La encuesta a tutelados ha sido contestada por 95 y 97 estudiantes de nuevo ingreso, en los cursos respectivos.

No vamos a entrar en el detalle de los resultados de las encuestas, porque el análisis de los resultados recogidos en el curso 2017-2018 no está realizado en el momento de escribir esta comunicación. Lo que sí podemos indicar es que la valoración global del Proyecto Mentor en el curso 2016-2017 (Alarcia, E., 2017), está entre 7 y 8 puntos en los tres colectivos, indicando una valoración satisfactoria en todos los agentes; y en el curso 2017-2018 está entre 8 y 9 puntos en los tres colectivos, indicando que la valoración global del Proyecto Mentor ha aumentado en todos los agentes.

### Puntos fuertes y puntos débiles

	ORIENTA	MENTOR
Puntos fuertes	<ul style="list-style-type: none"><li>• Cubre la necesidad de la Universidad de tener orientación al alumnado de nuevo ingreso.</li><li>• Promotor: la Universidad.</li><li>• La Universidad proporciona documentación y objetivos.</li><li>• Gran implicación de profesores tutores.</li><li>• Relación con tutelados más allá del curso de aplicación.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Cubre la necesidad de la Universidad de orientar al alumnado de nuevo ingreso.</li><li>• Atiende a todas las titulaciones de Grado de la Eii.</li><li>• Implicación tutores, mentores y demás componentes de los grupos de trabajo.</li><li>• Desarrolla competencias transversales en estudiantes de cursos superiores.</li></ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ayudar al alumnado de nuevo ingreso a que la ilusión y ganas de trabajar que tenían al inicio del curso, no decaiga durante el curso.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El enriquecimiento de la cartera de servicios que se prestan en la Eii de la UVa, a través de la mejora de la acogida e integración de los nuevos estudiantes.</li> <li>• Formación de los Mentores.</li> <li>• La puesta en práctica de la formación recibida en la labor de apoyo y tutorización de los tutelados que les hayan sido asignados.</li> <li>• El apoyo y formación de los profesores tutores que han participado voluntariamente en el proyecto y que han sido asignados a cada uno de los mentores.</li> </ul>
Puntos débiles	<ul style="list-style-type: none"> <li>• No existe formación de orientación para los Tutores.</li> <li>• Atiende sólo a 2 titulaciones de la Eii.</li> <li>• Muy baja participación de los estudiantes de nuevo ingreso.</li> <li>• Poco seguimiento del Programa: no continua en el tiempo.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• No promociona la Universidad, iniciativa de profesores que diseñan todo: documentación y objetivos.</li> <li>• Muy baja participación de los estudiantes de nuevo ingreso.</li> <li>• Dificultad de horarios para reuniones mentores-tutelados.</li> <li>• Si no se oficializa, podría desaparecer al depender únicamente de la voluntad del profesorado implicado.</li> </ul>

### Conclusiones

Ambos Programas Orienta y Mentor comparten el objetivo de atención y orientación a estudiantes de nuevo ingreso.

La implicación de los agentes en ambos programas ha sido excelente.

La participación del alumnado de nuevo ingreso no es tan grande como la esperada, aunque claramente es mayor en el Programa Mentor.

El Programa Mentor consigue un doble objetivo, tomando relevancia el desarrollo de competencias transversales en los mentores.

El Programa Mentor parece ser la evolución más razonable a implementar como programa de orientación.

Se hace necesario que este programa se implante de forma oficial para asegurar su permanencia en el tiempo.

La valoración global del Programa Mentor diseñado por la Eii has sido muy alta.

## **Referencias**

- Alarcia, E., Sanchez, M.I., Pérez, C., Fernando, M., Portillo, A., Tarrero, A.I., Cuello, L. (2017). *Implantación del “Programa MENTOR” en la Escuela de Ingenierías Industriales de la Universidad de Valladolid*. Actas del 25 CUIEET, Badajoz.
- Fernando Velázquez, M. y Col. (2009). *Compartiendo experiencias en GREIDI: DAFO de evaluación continua en Ingeniería*. Actas del 17 CUIEET, Valencia.
- Gairín, J. y Col. (2004). *La tutoría académica en escenario Europeo de la Educación Superior*. Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado, Vol. (49), 61.
- García Nieto, N. et al. (1990). *La tutoría en las enseñanzas Medias. Esquemas y guiones de trabajo*. Publicaciones ICCE, Madrid.
- González González, M.L. y Col. (2007). *Actas de III Jornadas de intercambio de experiencias de innovación docente*, Ref. Nuevo Documento Europeo: Ficha de Asignatura, Valladolid.
- Guilarte, C. y Col. (2008). *Principios básicos para el diseño de guías docentes de asignaturas en el marco del EEES*. Ed. Universidad de Valladolid. Valladolid.
- Lázaro, A.. (2003). Competencias tutoriales en la universidad, en F. MICHAVILA, F.; GARCÍA DELGADO, J. (eds.): *La Tutoría y los Nuevos Modos de Aprendizaje en la Universidad*. CAMCátedra. UNESCO, Madrid.
- Martín Bravo, M.A., Pérez Barreiro, C., Sánchez Báscones, I., Martínez Rodrigo, F., García Terán, J.M. (2011). *Programa de Acción Tutorial en la Escuela de Ingenierías Industriales de la Universidad de Valladolid*. Actas del XIX CUIEET, Barcelona.
- Raga, J. T. (2003). *La Tutoría, reto de una universidad formativa*, en MICHAVILA, F.; GARCÍA DELGADO, J. (eds.): *La Tutoría y los Nuevos Modos de Aprendizaje en la Universidad*. CAMCátedra UNESCO, Madrid
- Real Decreto 1791/2010 de 30 de diciembre. *Estatuto del Estudiante Universitario*. (2010). BOE 31 de diciembre.
- Rodríguez Espinar, S. (2008). *Manual de tutoría universitaria. Recursos para la acción*. Octaedro ICE-UB, Barcelona.



## **Sello RIME de calidad de la función orientadora. Poniendo en valor la acción tutorial**

**Diego Carmona Fernández<sup>a</sup>, Miguel Aurelio Alonso García<sup>b</sup>, Miguel Ángel Jaramillo Morán<sup>a</sup>, José Luis Canito Lobo<sup>a</sup>, Juan Pablo Carrasco Amador<sup>a</sup>, Manuel Calderón Godoy<sup>a</sup>, Diego Rodríguez Méndez<sup>a</sup> y Francisco Hipólito Ojalvo<sup>a</sup>**

<sup>a</sup>Escuela de Ingenierías Industriales, Universidad de Extremadura, <sup>b</sup>Facultad de Psicología, Universidad Complutense de Madrid.

*In any working environment personal issues that improve a person's competence performance ought to be identified and valued. Its evaluation and subsequent recognition are fundamental, because without it employees would not be properly and truly embedded in the organization. So suitable guidance activities carried out by workers inside the organization looks essential for including new workers.*

*A number of studies have been carried out dealing with those new competences that a good trainer must develop, but...are we sure that guidance activities are properly developed? For example, is the good mentor/coach properly recognized and rewarded inside a university environment? Must an only figure who carries out all guidance activities exist? Who and how ought to certify/vouch for those activities?*

*In this work we present from necessities which motivate guidance to what to do to avoid coaching works to be trapped in a unjustified devaluation, in order to launch a necessary debate to allow finding out answers to all questions which may rise. Have you not hear yet about the Quality Seal of the RIME Guiding function? We invite you to participate in a trip which allows providing certification and recognition to all those who carry out coaching activities in university environments.*

**Keywords:** *insertion; coaching; certification; quality, tutorial action.*

---

### **Resumen**

*En cualquier entorno laboral se deben reconocer y valorar aquellos aspectos de un individuo que hacen que su rendimiento a nivel competencial sea mejorado. Son tan necesarios esta evaluación y reconocimiento posterior que, sin ellos, no habrá una adecuada y verdadera inserción del empleado en la organización. En este sentido, por ejemplo, la adecuada labor de orientación que otras personas ya dentro de la organización puedan realizar se antoja imprescindible para la correcta inserción de nuevos empleados.*

*Esto ha llevado a generar numerosos estudios acerca de las competencias que un buen orientador debe desarrollar, pero... ¿tenemos seguridad después de que se realiza correctamente esta función orientadora? Por ejemplo, y desde el entorno de las universidades, ¿se reconoce y premia al buen mentor/orientador? ¿Debe existir una única figura que realice todas las acciones orientativas? ¿Quién y cómo debe acreditar/certificar esta labor?*

*En esta comunicación se muestran, desde las necesidades que motivan la orientación, hasta qué puede hacerse para que esta función no quede sepultada ante una desvalorización injustificada, impulsando así el necesario debate con el que encontrar respuestas a todas las incógnitas que se nos puedan plantear. ¿Aún no ha oído hablar del Sello de Calidad de la función Orientadora de RIME? Pues le invitamos a acompañarnos en el viaje que permitirá acreditar y reconocer su valor a las diferentes figuras que realicen la orientación en contextos universitarios.*

**Palabras clave:** *inserción; orientación; acreditación; calidad; acción tutorial.*

### **Introducción**

La Psicología del Trabajo estudia el comportamiento de las personas en entornos laborales para conseguir incrementar su satisfacción, rendimiento y seguridad. Además, aborda las distintas etapas del individuo a lo largo de su trayectoria vital, utilizando herramientas de evaluación y desarrollo antes de que se incorpore a la organización (desde el ámbito de la orientación laboral), mientras se incorpora (desde la selección de personal), en su estancia (formación y desarrollo de personal, evaluación de rendimiento y de desempeño, estudios de satisfacción y clima laboral, motivación de trabajadores, estudios ergonómicos, planes de carrera, etc.), y cuando abandona la misma (a través de programas de recolocación, por ejemplo).

En todas las áreas de evaluación y desarrollo mencionadas tienen una especial importancia los puestos. Así, una persona puede ser introvertida, y en sí mismo no es ni bueno ni malo,

Diego Carmona Fernández, Miguel Aurelio Alonso García, Miguel Ángel Jaramillo Morán,  
José Luis Canito Lobo, Juan Pablo Carrasco Amador, Manuel Calderón Godoy,  
Diego Rodríguez Méndez y Francisco Hipólito Ojalvo

ya que va a estar en función de las exigencias del puesto de trabajo que vaya a ocupar. El puesto de trabajo determina las actividades que el ocupante del puesto deberá llevar a cabo, las características que debe tener, la retribución, el contexto físico, el contexto social y el organizativo.

Por tanto, para evaluar a las personas se necesitan conocer los perfiles de los puestos. El conocimiento de los trabajos determina el perfil que se busca en los individuos a la hora de incorporarse en la empresa, las características que tendrá un determinado curso de formación para cubrir las necesidades detectadas, los criterios por los que se evaluará el desempeño de un trabajador, la trayectoria dentro de un itinerario de plan de carrera en una organización concreta, etc. El conocimiento de los puestos de trabajo determina las políticas de recursos humanos y por lo tanto es necesario que toda empresa conozca las características de los puestos que la integran: lo que se hace en los mismos, cómo se hace, para qué se hace, con qué se hace, dónde se hace, en qué condiciones se hace, qué responsabilidad implica, etc.

Los perfiles de los puestos se pueden hacer desde el modelo de competencias o desde el modelo de rasgos o psicométrico. Este último se basa en las capacidades de los individuos (inteligencia, aptitudes y habilidades, personalidad, actitudes, valores, motivos, emociones...) y permite evaluar el potencial, y por lo tanto hacer estimaciones de cuál será el desempeño futuro de una persona en un entorno concreto.

### Modelos de enfoque competencial

El modelo de competencias se basa en *comportamientos observables que están casualmente relacionados con un desempeño bueno o excelente en un trabajo concreto y en una organización concreta* (Pereda y Berrocal, 2005 y 2006). Este modelo se centra en lo que la persona hace y permite conocer su nivel de competencia actual a través de sus comportamientos observables, que recogen si las personas disponen del *saber* (los conocimientos exigidos por el trabajo), el *saber hacer* (aplicar los conocimientos a la resolución de los problemas planteados por el trabajo), el *saber estar* (integrarse en la cultura, normas y costumbres de la organización) y además, si están dispuestas a aplicar dichos saberes (*querer* hacer). El modelo *npS*<sup>®</sup> aboga además por contemplar dos ámbitos más del saber en el concepto competencia, tales como son el *saber decir* y el *saber ser*.

Figura 1 Concepto de competencia en metodología *npS*<sup>®</sup>, no problems...Solutions



En el ámbito de la Orientación Laboral no suelen existir puestos vacantes que haya que cubrir, así cuando se ofrece información a un individuo que desea trabajar en una determinada profesión, por ejemplo, camarero, hay que tomar lo que tienen en común la mayoría de los puestos de camarero. En *orientación* se habla de ocupaciones, el análisis de una ocupación es más general y no tiene en cuenta las características específicas de las distintas organizaciones, debido a que estas cambian de una empresa a otra y afectan directamente a las actividades y especificaciones de los puestos.

Para conocer las distintas ocupaciones presentes en el mercado de trabajo se cuenta con distintos instrumentos, en nuestro país el más conocido es la Clasificación Nacional de Ocupaciones (INE, 2011), sin embargo, se trata de una relación de títulos organizados de forma jerárquica y no recoge las profesiones más recientes.

El perfil de la ocupación debe permitir conocer las exigencias que se necesitan para desempeñarla de forma óptima, en este sentido el Ministerio de Educación, Cultura y Deporte ha hecho un esfuerzo importante por delimitar las distintas profesiones que no exigen un título universitario. Así, el Instituto Nacional de Cualificaciones (INCUAL), a través de los certificados de profesionalidad desarrolla, elabora y mantiene el Catálogo Nacional de Cualificaciones Profesionales y elabora los instrumentos de apoyo necesarios para la evaluación y acreditación de las competencias profesionales adquiridas a través de la experiencia laboral y vías no formales de formación.

El INCUAL utiliza los conceptos de cualificación profesional, unidad de competencia, realización profesional y criterio de realización (figura 2).

**Figura 2 Esquema para acreditación de figuras según INCUAL**



*Diego Carmona Fernández, Miguel Aurelio Alonso García, Miguel Ángel Jaramillo Morán,  
José Luis Canito Lobo, Juan Pablo Carrasco Amador, Manuel Calderón Godoy,  
Diego Rodríguez Méndez y Francisco Hipólito Ojalvo*

La definición que ofrece a cada concepto aparece a continuación:

- **Cualificación Profesional:** El conjunto de competencias profesionales con significación para el empleo que pueden ser adquiridas mediante formación modular u otros tipos de formación, así como a través de la experiencia laboral.
- **Unidad de competencia:** El agregado mínimo de competencias profesionales, susceptible de reconocimiento y acreditación parcial, a los efectos previstos en el artículo 8.3 de la Ley Orgánica 5/2002, de 19 de junio, de las Cualificaciones y de la Formación Profesional.
- **Realizaciones profesionales:** Elementos de la competencia que establecen el comportamiento esperado de la persona, en forma de consecuencias o resultados de las actividades que realiza.
- **Criterios de realización:** Expresan el nivel aceptable de la realización profesional que satisface los objetivos de las organizaciones productivas y constituye una guía para la evaluación de la competencia profesional.

La metodología INCUAL parte de que las competencias están basadas en actividades funcionales, y las va especificando de forma cada vez más concreta con el formato de redacción verbo + objeto + resultado.

El catálogo resulta muy valioso, pero no incluye aquellos perfiles profesionales de nivel superior, lo que deja lagunas con aquellos perfiles de mayor nivel formativo. Dentro de este caso se incluyen algunas actividades o roles que se desempeñan dentro del entorno universitario, como los relacionados con la mentoría.

### **Mentoría en la universidad española**

En la universidad española la mentoría es un proceso de acompañamiento en la que una persona más experimentada orienta a otra más inexperta para facilitarle su adaptación a la Universidad o su desarrollo de carrera en la misma, bajo la supervisión de un coordinador.

El concepto, aunque pueda parecer claro, muchas veces se distorsiona al utilizar otros términos que aluden a procesos de acompañamiento distintos. En ocasiones se habla de tutoría y se incluyen aspectos de carácter académico que van muy unidos a los contenidos de una asignatura concreta. Otras veces se habla de procesos de acogida, en los que se mantienen una serie de contactos que persiguen una integración social con el nuevo entorno, pero muy concentrada en unos pocos días; frente a la mentoría que es un proceso más largo en el que a través de una serie de reuniones presenciales se van planteando retos al receptor de la acción de mentoría, el telémaco; para que adquiera los conocimientos y habilidades necesarios para su integración y desarrollo en la universidad.

El mentor es la persona que hace de facilitador, ya ha pasado por esa experiencia y ahora desde un marco de confianza orienta, guía, plantea retos, narra historias, etc. Puede tratarse

de un profesor o de un estudiante de cursos superiores, y es alguien que ya ha vivido aquello por lo que está pasando su interlocutor.

Quien recibe la acción de mentoría es el *telémaco* (como *mentor*, recibe su nombre de la Odisea de Homero), y puede ser un estudiante o un profesor novel que acceden a la universidad y que desean integrarse de forma adecuada, pero también puede ser un estudiante que recibe ayuda de un mentor y que este le oriente a lo largo de toda la carrera, a elegir el mejor itinerario formativo-laboral cuando finaliza, a su integración en el mundo del trabajo e incluso después cuando ya es egresado.

Otro rol existente es la persona que coordina un programa de mentoría en un centro universitario. Las labores que tiene que realizar pasan por la difusión del programa de mentoría, la selección y formación de mentores, la búsqueda de telémacos, la realización de emparejamientos, la creación de herramientas de seguimiento y evaluación del programa, etc.

Hasta el momento se han mencionado tres posibles roles:

- Mentor para la integración universitaria
- Mentor para el desarrollo de carrera
- Coordinador de programas de mentoría

Cuando la labor de mentor la realizan estudiantes, algunas universidades han puesto en marcha acciones de reconocimiento de créditos, la emisión de certificados sobre las acciones formativas que recibe, e incluso lo incluyen en el suplemento europeo al título.

Sin embargo, cuando es el profesor el que asume las tareas, pocas veces obtiene reconocimiento real sobre el trabajo realizado. Incluso se realiza de forma altruista, poco reconocida, pero con altos beneficios para los alumnos cuando se hace bien. Si no se reconoce o no se valora, se abandona o no se dedica el esfuerzo suficiente. Cuando no se hace bien tiene costes, los programas desaparecen, los estudiantes no los valoran...

El trabajo relacionado con la orientación, como pasa con la docencia y la investigación, debería estar reconocido y valorado por la universidad desde su rectorado, y la propia ANECA debería y podría acreditarlo.

Además, una acreditación sobre las labores de mentoría y orientación, permitiría a medio plazo utilizarse como requisito para disponer de mentores y coordinadores de mentoría más profesionales, que dispusieran de los conocimientos y experiencia necesarios para asumir las actividades propias del rol, y por lo tanto con mejores niveles de desempeño y rendimiento.

Estos mentores, como egresados ya de la universidad, podrían ser enlaces adecuados en el seno del tejido social, permitiendo un entorno win-win donde todos ganen: el mentor egresado porque será el enlace para su empresa con la universidad, el alumno mentorizado porque

*Diego Carmona Fernández, Miguel Aurelio Alonso García, Miguel Ángel Jaramillo Morán,  
José Luis Canito Lobo, Juan Pablo Carrasco Amador, Manuel Calderón Godoy,  
Diego Rodríguez Méndez y Francisco Hipólito Ojalvo*

tendrá de primera mano contacto con la empresa, y la universidad y la empresa porque tendrán el camino más fácil para establecer convenios de colaboración de distinta índole.

### **El rol básico**

Para que un mentor pueda desempeñar adecuadamente sus tareas, es imprescindible que haya pasado por la situación y se forme como tal. Desde nuestro punto de vista, la formación mínima es de 8 horas (para ver detalle de los contenidos consultar Alonso y Calles, 2008). Pero el mentor ideal debería tener desarrolladas un conjunto de competencias transversales. Dichas competencias serían útiles para cualquier estudiante de primer curso para ser más eficaz en las distintas actividades que desarrollan mientras realizan su carrera, pero son especialmente relevantes para los mentores.

Los cronogramas actuales de los programas de mentoría no permiten realizar la búsqueda y selección de mentores, así como su formación, extendiendo la duración de ésta. En la medida en la que se valorara como criterio de selección de mentores la realización de una serie de cursos previos (que han podido realizar el curso anterior), se conseguiría disponer de mentores mejor preparados, siempre que dichos cursos se centraran en la adquisición de las competencias claves del mentor.

Las competencias deseables en un mentor tienen que ver con flexibilidad, motivación y ayuda a otros, comunicación verbal, dirección de reuniones grupales, solución de problemas, planificación y organización, además de cumplir con una serie de principios éticos que deben guiar la relación.

Estas competencias también serían útiles para estudiantes de primer curso, por lo que sean o no mentores sería útil que realizaran las formaciones pertinentes, ya que tanto profesorado como centro se beneficiaría de ello a corto, medio y largo plazo.

Si se valora que realicen dichos cursos se consigue un doble objetivo, se motiva a asumir el siguiente rol de mentor, a comprometerse con la entidad y les prepara mejor para afrontar las asignaturas (que no suelen centrarse en desarrollar las competencias que plantean en sus guías docentes).

Por ello, se considera necesario, el desarrollo y reconocimiento de cuatro roles:

- Pre-mentor
- Mentor para la integración universitaria
- Mentor para el desarrollo de carrera
- Coordinador de programas de mentoría

## **Metodología**

Las necesidades detectadas, respecto al reconocimiento de figuras o roles profesionales dio lugar a la puesta en marcha de un proyecto de trabajo que fue liderado por la Red Iberoamericana de Mentoría y que tenía como objetivo generar el perfil de dichos roles.

Se comenzó con la celebración de la I Jornada de Mentoría, que llevaba el título de “Programas de acompañamiento en universidades y sello de calidad para la acreditación competencial de la función orientadora”, que se celebró en La Universidad Complutense de Madrid. En dichas jornadas se comenzó a recoger información sobre las distintas tareas relacionadas con orientación que realizaban el profesorado en entornos universitarios.

A partir de la información recogida se elaboró un documento inicial de trabajo que contemplaba los cuatro roles mencionados (Pre-mentor, Mentor para la integración universitaria, Mentor para el desarrollo de carrera, y Coordinador de programas de mentoría).

Para cada uno de dichos roles se crearon distintas unidades de competencia, por ejemplo, para el rol de mentor para la integración se plantearon las siguientes unidades de competencia:

- 2.1. Preparar las reuniones, elaborando guiones y buscando información específica de interés para el Telémaco.
- 2.2. Realizar la primera reunión, generando un clima adecuado y abordando los contenidos establecidos.
- 2.3. Llevar a cabo las reuniones periódicas y programadas buscando la consecución de los objetivos planteados y atendiendo a las necesidades personales y de desarrollo de carrera del telémaco.
- 2.4. Analizar cada una de las reuniones llevadas a cabo y al final del proceso cerrar la relación formal con el telémaco y evaluar los resultados conseguidos.

Para cada una de esas unidades de competencia se planteaban, siguiendo la metodología del INCUAL, distintas realizaciones profesionales. Por ejemplo, dentro de la Unidad de competencia 2.2. aparecían, entre otras, estas dos realizaciones:

- RP221. Atender al inicio de las reuniones a las necesidades que tenga el telémaco.
- RP222. Plantear el tema preparado para cada reunión cuando las fases anteriores hayan finalizado, abordándole de una forma participativa, siempre y cuando no haya contenidos de actualidad más urgentes para el grupo.

Y cada realización profesional se dividía en distintas acciones de realización, sirvan como ejemplo las siguientes de la RP221:

*Diego Carmona Fernández, Miguel Aurelio Alonso García, Miguel Ángel Jaramillo Morán,  
José Luis Canito Lobo, Juan Pablo Carrasco Amador, Manuel Calderón Godoy,  
Diego Rodríguez Méndez y Francisco Hipólito Ojalvo*

- a) Comenzar las reuniones preguntando por los aspectos que han ido bien desde la última cita y las principales dificultades que han tenido.
- b) Analizar los problemas implicando al resto de telémacos en la búsqueda de soluciones.
- c) Colaborar con el telémaco para que éste fije metas alcanzables.

Dicho documento inicial de trabajo, con los cuatro roles desarrollados, sirvió para que los grupos de las distintas universidades (nacionales y de América del Sur) que se habían inscrito pudieran realizar sugerencias de modificación y mejora.

Además, se pedía a los grupos de trabajo que propusieran **criterios de desempeño** (CD) que permitiera evaluar cada acción de realización para, de esta forma, poder poner en marcha una futura acreditación de los perfiles y evaluar las posibles solicitudes presentadas en función de las exigencias de cada rol.

Cada uno de los grupos formados tuvieron como plazo de envío de propuestas mediados de mayo y era objetivo global llegar a las II jornadas de mentoría con una propuesta final que reflejase un lenguaje común, qué competencias evaluar, qué niveles de desempeño se definirían, qué se evaluaría, cómo se realizaría la evaluación, y qué tablas de ponderaciones de actividades e insignias se arbitrarían.

Las segundas jornadas de mentoría, a celebrar en el contexto de este 26 CUIEET en Gijón, permitirá aprobar un estándar para el sello para su implantación en los distintos centros a partir del curso 2018-2019.

### **Resultados: un ejemplo, el grupo de trabajo UEx**

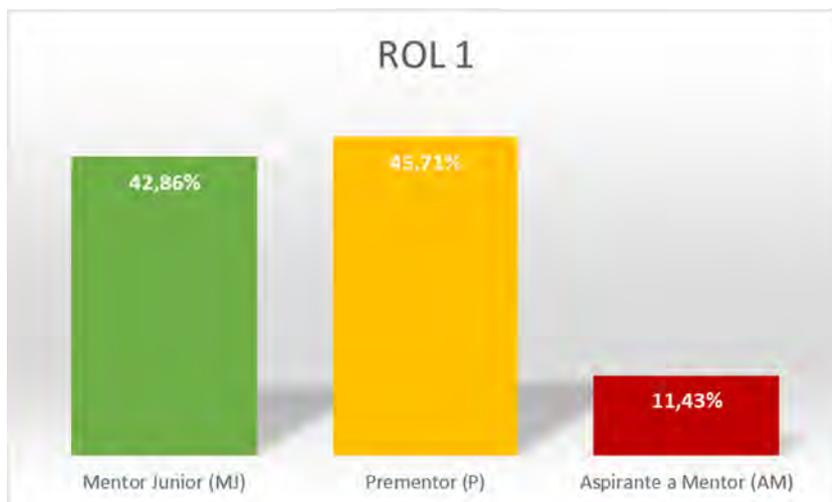
El grupo de trabajo formado por la UEx necesitaba trabajar de manera que sus iniciales 47 miembros, aportasen a la iniciativa, pero además que se mostrara en qué cantidad aportaba cada miembro e incluso hubiera justificación de sus actuaciones, al fin y al cabo, la acreditación que posteriormente se llevará a cabo necesitará de igual manera evidenciables en cuanto a lo que se realice.

Para formular su propuesta siguieron una metodología de trabajo con ayuda de la plataforma Moodle. Partieron de la propuesta inicial que se explicó anteriormente y a través de foros fueron proponiendo modificaciones o nuevas ideas que la mejorasen, con fechas de apertura y cierre de los foros establecidas. En los foros se debía aportar de manera que se diesen todas las explicaciones que se considerasen oportunas, de forma que el resto de compañeros pudiesen verse atraídos hacia dicha propuesta en mayor medida que a las propuestas base o incluso a las aportadas por otros. Posteriormente se recogieron todas las ideas y se abrió una encuesta que reflejase las mismas, para así poder votar entre todos los participantes la elección que les resultase más convincente.

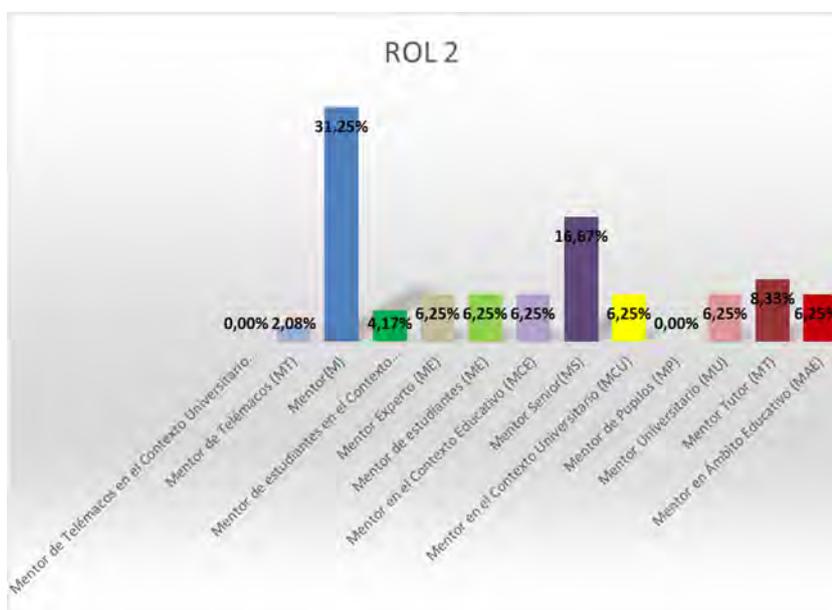
*Sello RIME de calidad de la función orientadora. Poniendo en valor la acción tutorial*

En las figuras 3 a 6 se muestra en forma de gráficos los resultados obtenidos en la elección de los nombres de los roles o figuras que se podrán acreditar. Los que obtuvieron mayor número de votos han sido los elegidos por parte de este grupo de trabajo.

**Figura 3 Gráfico de resultados de la votación del Rol 1 por parte del grupo de la UEx**



**Figura 4 Gráfico de resultados de la votación del Rol 2 por parte del grupo de la UEx**



Diego Carmona Fernández, Miguel Aurelio Alonso García, Miguel Ángel Jaramillo Morán, José Luis Canito Lobo, Juan Pablo Carrasco Amador, Manuel Calderón Godoy, Diego Rodríguez Méndez y Francisco Hipólito Ojalvo

Figura 5 Gráfico de resultados de la votación del Rol 3 por parte del grupo de la UEx

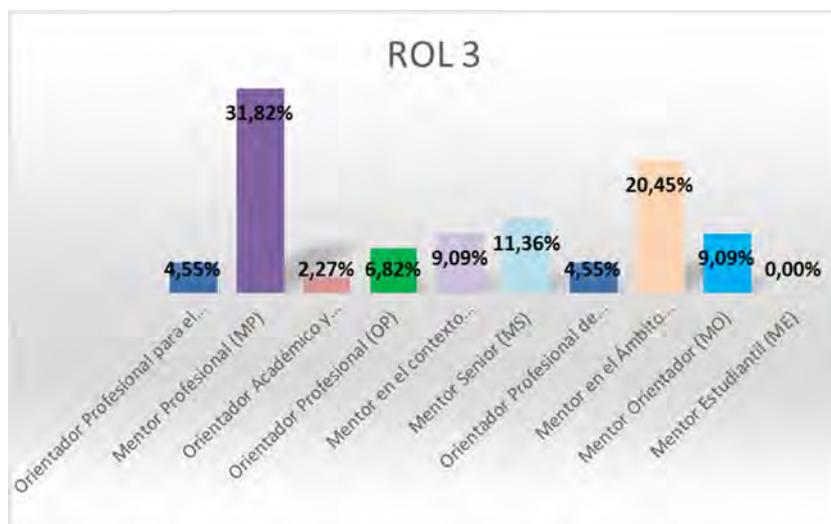
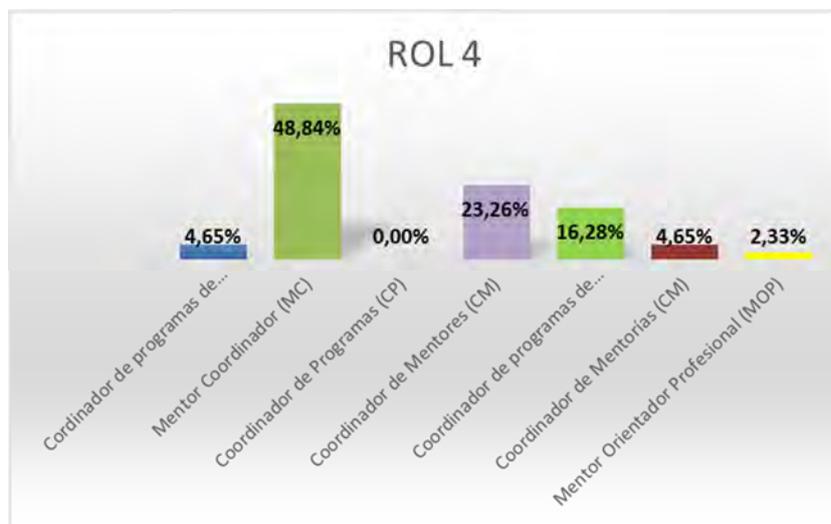


Figura 6 Gráfico de resultados de la votación del Rol 4 por parte del grupo de la UEx



Se puede concluir que se opta por nombres más cortos y generales que no acoten demasiado la labor de la figura, ya que esta acotación vendrá impuesta posteriormente por las competencias que les serán exigidas.

### Conclusiones...to be continued

La puesta en marcha de este proyecto ha traído, sin duda, nuevos aires al contexto de los planes de acción tutorial, como se ha podido evidenciar en los diversos foros en los que se ha

ido impulsando durante este año, lo que ha supuesto una motivación para los agentes participantes en estos procesos que ven la posibilidad de poner en valor la acción que altruistamente venían desempeñando en la mayoría de los casos.

El trabajo de este grupo siguió su trayectoria analizando unidades de competencia, realizaciones profesionales, criterios de realización y de desempeño, lleno de energía y con una participación bastante alta, llegando ya incluso a producirse ideas sobre sistema de evaluación que podría llevarse a cabo para la acreditación de los niveles de competencia, tal y como reflejó la comunicación realizada en el Congreso de Mentoría en Universidades Españolas (COMUE) en el mes de marzo bajo el título *¿Calidad en la mentoría? La expresión que le da valor...*, donde ya se propuso incluso una expresión matemática para la evaluación.

Pero esa es otra historia que en breve será una realidad y podrá utilizar para poner en valor la acción tutorial que realice.

## Referencias

- Alonso, M. A., Sánchez, C., & Calles, A.M. (2011). *Satisfacción con el mentor. Diferencias por rol y sexo*. Revista Española de Pedagogía, 250, 485-50. Recuperado de <https://revistadepedagogia.org/wp-content/uploads/2011/10/250-004.pdf>.
- Alonso, M. A., Castaño, G., Calles, A. M., & Sánchez-Herrero, S. (2010). *Assessment of the Efficacy of a Peer Mentoring Program in a University Setting*. The Spanish Journal of Psychology, 13, 2, 683-694. doi:10.1017/S1138741600002353.
- Carmona, D. y otros (2017), *“El Plan de Orientación Integral (POI) en la EII de la UEx como herramienta para la mejora del desempeño competencial”*, 25 experiencias de innovación educativa. Hacia un mundo por competencias. ISBN: 978-84-697-7653-7. Escuela de II. UEx. Badajoz.
- Carmona, D. y otros (2012), *“Proceso de orientación. Plan de acción tutorial y curso de orientación profesional”*, Guía para la implantación y desarrollo de planes de acción tutoriales por salidas profesionales. ISBN: 978-84-9978-998-9. Editorial abecedario. Badajoz.
- Carmona Fernández, D. *npS: no problemas... Soluciones*. Edit. abecedario. 2018 (en prensa). Badajoz.
- Obiols Soler, M. y Giner Tarrida, A. (2011). *El modelo educativo de Bolonia y competencias docentes. Aportaciones desde el coaching educativo*. [https://www.researchgate.net/publication/228443971\\_El\\_Modelo\\_educativo\\_de\\_bolonia\\_y\\_competencias\\_docentes\\_Aportaciones\\_desde\\_el\\_coaching\\_educativo](https://www.researchgate.net/publication/228443971_El_Modelo_educativo_de_bolonia_y_competencias_docentes_Aportaciones_desde_el_coaching_educativo).
- Reflexiones para una mejora de la empleabilidad*. Informe FUNDIPE. [http://www.fundipe.es/archives/INFORMEE\\_Seguro.pdf](http://www.fundipe.es/archives/INFORMEE_Seguro.pdf).
- Sánchez Ávila, C. (2010). *Red de mentoría en entornos universitarios españoles: resultados de un análisis comparativo*. Revista de Mentoring & Coaching, 3, 13-29 Recuperado de [http://innovacioneducativa.upm.es/web\\_revista/Revista\\_10.pdf](http://innovacioneducativa.upm.es/web_revista/Revista_10.pdf).



## Establecimiento de una relación productiva doctorando/supervisor: expectativas, roles y relación

Tomás Fernández Ibáñez<sup>a</sup>, Ramón Agüero Calvo<sup>b</sup>, Francisco Javier Azcondo Sánchez<sup>c</sup>,  
Olga Conde Portilla<sup>d</sup>

<sup>a</sup> E.T.S.I.I.T-Universidad de Cantabria, Avenida de los Castros s/n, 39005, Santander-CANTABRIA, [tomas.fernandez@unican.es](mailto:tomas.fernandez@unican.es) <sup>b</sup> E.T.S.I.I.T-Universidad de Cantabria, Avenida de los Castros s/n, 39005, Santander-CANTABRIA, [ramon.agueroc@unican.es](mailto:ramon.agueroc@unican.es) <sup>c</sup> E.T.S.I.I.T-Universidad de Cantabria, Avenida de los Castros s/n, 39005, Santander-CANTABRIA, [javier.azcondo@unican.es](mailto:javier.azcondo@unican.es) <sup>d</sup> E.T.S.I.I.T-Universidad de Cantabria, Avenida de los Castros s/n, 39005, Santander-CANTABRIA, [olga.conde@unican.es](mailto:olga.conde@unican.es)

---

### **Abstract**

*Opposed to Bachelor and Master Programs, not much attention has been paid to Doctorate programs so far, despite the relevant changes that have undergone with the establishment of the European Higher Education Area. Indeed, Doctorate programs need to go through verification and certification processes, as it is the case of BSc and MSc studies. They include not only the preparation of a doctoral thesis but also the candidate usually needs to complete a portfolio, encompassing different learning and training activities. The doctorate thesis is the ultimate consequence of fulfilling a valuable scientific production. This work discusses the necessary conditions to establish a productive relationship between the doctoral student and the supervisor during the corresponding research program, pointing out the agents who would eventually determine the productivity degree, and the situations that might affect their productivity.*

**Keywords:** *Doctorate, Supervision, PhD Thesis, Research, Productivity, EHEA.*

---

### **Resumen**

*Un ámbito en el que se están realizando cambios profundos con la implantación del Espacio Europeo de Educación Superior es el Doctorado. Los programas de doctorado requieren superar, al igual que el resto de títulos universitarios oficiales, los procesos de verificación y acreditación. Además, de la realización de la tesis doctoral, el estudiante debe completar un portfolio de actividades de formación. La elaboración de la tesis doctoral es la consecuencia de haber desarrollado una producción científica de calidad. Este trabajo plantea las condiciones necesarias para establecer una relación productiva entre el doctorando y el supervisor durante el tiempo de desarrollo de la tesis, identificando quienes son los agentes que determinan la productividad y las situaciones que pueden afectarla.*

**Palabras clave:** *Doctorado, EEES, Tesis Doctoral, Productividad, Supervisor.*

### **Introducción**

En la valoración de los resultados de investigación, y el consecuente posicionamiento, prevalece habitualmente la calidad, en principio subjetiva, sobre la cantidad. Definir la productividad en el ámbito de la investigación es una condición previa para establecer medidas cuantitativas de producción. Además, no se considera únicamente el trabajo en sí, si no que éste se completa por la aceptación o reconocimiento que debe alcanzar. Considerando el ámbito del desarrollo de la Tesis Doctoral, y de la relación doctorando/director, no cabe sino hablar del reconocimiento en el corto plazo, ya que el medio/largo plazo excede del periodo de realización de la tesis. Para ello hay que identificar la comunidad a la que se otorga la capacidad de valorar, como tales, contribuciones novedosas y relevantes, en definitiva, progresos científicos vinculados al trabajo del doctorando durante el desarrollo de su tesis.

#### **1. Agentes que intervienen en la generación de producto de investigación**

Se identifican los siguientes.

- El director de la tesis, que define, desde el inicio, los objetivos de conocimiento a identificar y resolver, así como las tareas específicas a realizar. A medida que el candidato va adquiriendo capacidad investigadora, las tareas específicas y algunos de los objetivos pueden pasar a ser definidos por el candidato. El director de la tesis es uno de los agentes que identifican resultados con indicios de calidad para recibir reconocimiento, y descarta los que no cumplen las condiciones de originalidad y relevancia. A medida en el que director de la tesis está más integrado en comunidades con reconocida capacidad de identificar resultados de potencial

calidad, su diagnóstico será más fiable para que finalmente alcance el reconocimiento “objetivo” de calidad, y pase por tanto a ser un ítem de producción.

- El financiador de la investigación, que puede especificar, con diferente nivel de detalle, el trabajo a desarrollar y el objetivo de progreso a alcanzar (Aihara, 2016). En función del nivel de detalle que imponga el financiador, el director de la tesis puede ser la persona con conocimiento para determinar la viabilidad de la investigación y traducirla a un programa de trabajo a ejecutar por el investigador. El papel del financiador de la investigación en la productividad es muy variable, pudiendo ser incluso el agente que realice un diagnóstico de calidad de la investigación. Dependiendo de la naturaleza y dimensión de la financiación del proyecto de investigación, el diagnóstico que realiza el financiador sobre un resultado del trabajo, frente a su reconocimiento como contribución original en el ámbito científico, pueden tener diferentes grados de correspondencia. En el caso de que la financiación provenga de planes públicos de investigación, el reconocimiento de la productividad está identificado por el criterio de otras comunidades, a las que se les reconoce esta capacidad. La financiación privada, por parte de pequeños organismos, suele generar reconocimientos de producción de poca o nula incidencia como reconocimiento de productividad, en el ámbito de la tesis doctoral (Vellencei, 2014), salvo que sean origen de actividad económica de éxito durante la realización de la tesis, por lo que se requiere que concurren otros agentes para definir la productividad. En el caso de financiación por parte de grandes entidades, el resultado de la investigación puede obtener reconocimiento al dar lugar a una aplicación de incidencia relevante, o puede ser el propio financiador el que gestione el reconocimiento promoviendo la difusión científico-técnica o explotando patentes.

- El doctorando inicialmente realiza las tareas orientadas por el director y el programa de doctorado. A medida que el candidato adquiere capacidad investigadora, éste define las tareas y objetivos, con la supervisión del director. Los ítems de productividad nunca están relacionados únicamente por la cantidad de trabajo del candidato, sino por las aportaciones reconocidas.

- La comunidad es quien tiene capacidad de reconocer el mérito de la investigación y, por tanto, de dotar al trabajo del candidato de la categoría de ítem de producción. La identificación de las comunidades es clave a la hora de establecer los objetivos de productividad y definir lo que se espera del candidato. El compromiso entre la definición de entornos de reconocimiento alcanzables, a la vez que ambiciosos, es clave para identificar la productividad, y debe estar relacionado tanto con el entorno científico-técnico, como con los criterios y el contexto de la entidad que emite el título de doctor.

- El programa de doctorado define ítems de producción más cercanos y cuantificables, si bien de menor alcance, que ayudan a establecer la madurez del candidato y si formalmente va

cubriendo las etapas del programa. En la interacción del candidato con el programa se encuentra la labor de orientación del tutor, que estrictamente no tiene porqué ser un académico, salvo que el programa lo exija, sino alguien especializado en esta labor.

## **2. Transparencia en la relación supervisor-candidato: las expectativas mutuas**

Independientemente de que sean elementos a considerar en el proceso de selección de los candidatos, hay varios aspectos a considerar para establecer una relación productiva entre director / tutor y candidato.

- Experiencia previa del doctorando, que indique si ha estado integrado previamente en grupos de trabajo y si son, o no, de carácter investigador. Informes de directores de trabajos académicos o profesionales previos.
- Condiciones personales que puedan afectar al trabajo investigador de tipo económico, ubicación (desplazamientos), capacidad de comunicación, competencia lingüística y cultura.
- Conocimientos técnicos previos, básicos y herramientas, útiles para desarrollar el trabajo de investigación.

El director debe clarificar con el candidato qué se entiende por ítem de producción, con ejemplos prácticos tales como: formación, prototipos demostradores, presentaciones orales y en sesiones de diálogo, publicaciones en actas de congresos y revistas, categoría de las publicaciones, patentes, documentos de explotación, iniciativas de negocio, colaboraciones, etc. Además, debe identificar el papel que juegan los agentes que intervienen en la generación del producto de investigación y, por tanto, cómo utilizarlos de forma adecuada. Estos pasos son previos a la definición de objetivos de productividad y expectativas de del trabajo de investigación, siempre considerando que no es la cantidad de trabajo en exclusiva, sino completada con su reconocimiento como aportación, lo que define un ítem de productividad en una investigación.

## **3. Comprender la evolución y posibles conflictos**

En la incorporación al programa de doctorado, el candidato es un titulado de nivel de máster con capacidad de desarrollar una actividad profesional en su ámbito de formación, según el estado del arte. Esta situación inicial podría requerir un aval académico, si bien puede estar complementada con una experiencia profesional. La culminación del programa de doctorado supone reconocer al candidato que ha realizado aportaciones suficientemente relevantes a su ámbito de conocimiento, y una autoridad en los temas relacionados con su investigación. En la transición, el candidato adquiere capacidad de realizar y proponer tareas de investigación, y de identificar trabajos propios y de otros como contribuciones relevantes.

Desde el punto de vista del entorno de trabajo, la incorporación al programa de doctorado supone asumir derechos y obligaciones, que marcan las pautas de utilización de recursos, interacción con otras personas vinculadas con el ámbito de la investigación a muy diferentes niveles, y dar a conocer la actividad que se desarrolle. Cabe indicar que la participación en un programa de doctorado puede coincidir o no con la tarea profesional del candidato. El desarrollo del trabajo dentro del programa de doctorado se puede articular alrededor de las tareas orientadas a alcanzar ítems de producción.

Como se puede observar, tanto la incorporación como la evolución y culminación del programa de doctorado están sujetos a situaciones cuyo encaje depende de valoraciones e interpretaciones, consensos, ejercicio y aceptación de la autoridad, reconocimiento de la autoría de aportaciones y compatibilidad con trayectorias paralelas de los actores que el candidato encuentra en la realización de su programa. Además, hay que contar con la propia dificultad técnica de la investigación, y la incidencia de la gestión económica de la misma en el candidato.

Sobre los diferentes aspectos que se han identificado, el conflicto surge como consecuencia de la discrepancia en la interpretación, o a partir de las diferentes expectativas entre el candidato y otros agentes del programa de doctorado, tanto por motivos intrínsecos al desarrollo del programa o por motivos culturales.

Los agentes que intervienen en los conflictos del doctorando a lo largo del desarrollo de su proyecto investigador son los que se mencionan seguidamente:

- El director, como responsable de proponer objetivos y valorar la evolución, mantiene una situación de tensión, que si es positiva sería motivadora para el candidato, pero que podría llegar a ser elemento de ruptura, si se supera lo que se podría denominar el “límite elástico”, o de frustración, si hay dejación o falta de sintonía.
- El tutor, como responsable de la interacción del candidato con el programa de doctorado, debe identificar las etapas cubiertas, verificar su documentación y aconsejar acciones de modificación de tiempos y actividades para cumplir con el programa cuando sea necesario. Como ejemplos de orígenes de conflictos se pueden destacar: posible falta de encaje entre los objetivos del director y del tutor, aceptación de la autoridad e identificación del papel de uno y otro. En cualquier caso, habitualmente tienen una solución más sencilla que los conflictos con otros agentes, ya que las carencias de evolución en la desarrollo formal del programa son fácilmente identificables.
- Otros investigadores, posibles compañeros del candidato, sobre los que se puede establecer una relación de colaboración de diferente naturaleza: impuesta, acordada, bien o mal entendida, necesaria, o de competencia, sana o dañina. Los compañeros pueden estar bajo la supervisión del mismo o diferentes directores y ambas situaciones pueden derivar en simbiosis o en relaciones parasitarias. Un punto a tratar con especial atención es el

reconocimiento de la autoría de las aportaciones en un trabajo de investigación en el que existe una situación de colaboración, entre investigadores y directores.

- Las trayectorias profesionales simultáneas del candidato pueden hacer que tenga que responder a exigencias de diferente naturaleza, dando lugar a incompatibilidades.

#### **4. Conflictos en la supervisión**

Una vez definidos a los agentes implicados en conflictos del candidato, los correspondientes a la dirección de la tesis se agrupan en dos categorías principales. La primera se refiere a conflictos cuyo origen es la inadecuada o inexistente definición de la relación con los agentes que intervienen en los mismos. El director debe identificar a estos agentes y marcar pautas que diferencien los aspectos a supervisar por el tutor y el propio director, cuando no coinciden, de acuerdo con lo dispuesto en el programa. Asimismo, debe clarificar la asignación de tareas de los diferentes miembros del equipo investigador, relacionando las responsabilidades asignadas con el reconocimiento de la autoría principal de los progresos y resultados obtenidos. Las diferentes responsabilidades que recaen sobre el candidato deben compatibilizarse en la medida de lo posible antes de asignar tareas. En este apartado, los casos a abordar pueden ser entre el tutor, director y el candidato, en el caso que la actividad profesional externa no tenga vinculación con la investigación, o entre el director y el responsable del proyecto en el que se integra la investigación, en el caso de que estén vinculados.

La segunda categoría, con una cierta intersección con la anterior, se refiere a las diferentes expectativas o desconocimiento de las mismas entre el director y el candidato. A continuación, se identifican algunos supuestos en los que fácilmente se puede generar una diferencia de expectativas :

- Estilo de dirección frente a la autonomía que asume el candidato (Hao, 2009). Este caso se refiere a la discrepancia entre el grado de iniciativa que el director entiende que el candidato debe tomar, frente al que el candidato realmente asume. Las consecuencias son : reducción de la productividad, incumplimiento de objetivos y desorientación sobre la línea de investigación planteada.

- Expectativas de visibilidad del candidato. La evolución del candidato en el programa de doctorado incluye su integración en la comunidad con capacidad de valoración. Así, el candidato puede esperar una integración más rápida que la contemplada por el director, o puede percibir la tensión de una integración para la que entiende que no está preparado, por motivos tanto de preparación técnica, como social o lingüística.

- Expectativa de evolución profesional. La participación en el programa de doctorado tiene motivaciones de evolución profesional dentro o fuera de la institución en la que se desarrolla, de ampliar perspectivas profesionales y geográficas, pero también se pueden producir casos

de “complejo de Peter Pan”, en los que el candidato prefiere mantenerse en un entorno conocido, y rechaza el cambio. El director debe tener un planteamiento sobre la evolución profesional del candidato, debiendo percibir como éxito el hecho de “perder” el recurso que supone para un equipo de investigación una persona formada ni caer en otorgar la “comodidad” de un rol de investigador en formación a quien ya ha cubierto esta etapa.

- Expectativa de valoración de las tareas realizadas como ítems de producción. La identificación inicial de contribuciones, y el reconocimiento de la autoría que realiza el director, pueden no cumplir las expectativas del candidato, quien tiene una perspectiva diferente del esfuerzo realizado y de las perspectivas de valoración. Se pueden dar situaciones de conflicto bien o mal intencionadas.

No se debe plantear como objetivo la solución de los conflictos relacionados con el papel de los agentes y sus diferentes expectativas, sino que resulta más importante en una primera fase la identificación del conflicto y su naturaleza, mediante las herramientas adecuadas. La identificación del conflicto determina las decisiones a adoptar por parte del director para clarificar el papel de los agentes y las expectativas que se habían asumido, así como las alternativas del candidato para asumirlas. Clarificar desde el inicio y actualizar, durante la evolución del candidato, el papel de los agentes y las expectativas de candidato y director, así como identificar claramente las comunidades que valoran las aportaciones, son actuaciones preventivas de conflictos y, por tanto, buenas prácticas en la relación entre el doctorando y su supervisor. En ese sentido, es interesante reflexionar si, en situaciones de escasez de candidatos o en el ámbito de una investigación, hay ocasiones en las que las actuaciones preventivas no se adoptan por temor a que el candidato no asuma el escenario de su investigación, esperando que, a medida que vaya evolucionando, sea vea capaz de asumir retos que inicialmente se perciben como inalcanzables, y si existe la mala práctica de tratar de generar situaciones de desinformación deliberada.

El esfuerzo de clarificación del papel de los agentes y las expectativas con candidatos extranjeros (Aktosun, 2011) debe incluir necesariamente una previsión de adaptación al nuevo contexto y la identificación de la influencia del contexto de origen al inicio de la relación doctorando/supervisor, definiendo, si fuera necesario, estrategias adecuadas. En el contexto de un equipo de investigación moderno, con visibilidad internacional, y un programa de doctorado acreditado, no debería haber situaciones específicas motivadas por el origen internacional, sino que todo esfuerzo de adaptación asumible es aplicable a la especificidad de cada persona. En el momento de admisión del candidato, se deben valorar las capacidades técnicas y personales para desarrollar con éxito el proceso formativo y de investigación.

## **5. Estilos de supervisión**

Implícitamente se han presentado dos dimensiones en la relación supervisor – candidato, al identificar al supervisor como uno de los agentes dentro de la generación del producto de investigación y en el establecimiento de expectativas. Estas dimensiones son la evolución técnica y la personal, con hincapié en el aspecto profesional, del candidato. Al mismo tiempo, se ha identificado que la definición de las tareas de investigación, y la integración en la comunidad que reconoce el valor de la investigación, pueden ser establecidas conjuntamente por el director y por el propio candidato. Una evolución típica partiría de la situación inicial en la que el director define los trabajos necesarios para desarrollar la investigación, y toma decisiones sobre los foros en los que presentar los resultados, introduciendo al candidato en los diferentes ámbitos, y asesorándole de forma cercana sobre los pasos a dar en las diferentes tareas. En esta primera fase, el supervisor toma un papel muy activo en la generación de resultados y el formato de su presentación, protegiendo al candidato en aquellos ámbitos en los que se lleva a cabo la valoración de las propuestas para ser identificadas finalmente como ítems de producción. Al mismo tiempo, el supervisor apoyaría al candidato en las situaciones relacionadas con su evolución profesional dentro del equipo investigador o en el establecimiento de relaciones que puedan cristalizar en futuros desarrollos profesionales.

Una vez que el candidato ha adquirido una madurez investigadora suficiente, cuenta con experiencia en la defensa de sus trabajos, domina el entorno del equipo de trabajo, y tiene capacidad de generar relaciones profesionales, el supervisor puede adoptar cierta distancia, depositando confianza en el candidato y admitiendo una evolución personal independiente de su criterio.

En cualquier caso, el tipo de supervisión que se ejerce o se percibe por el candidato, y la expectativa de dirección deben estar en sintonía y se debería modular la distancia del supervisor con el candidato, en el desarrollo técnico y personal, identificando las más adecuadas en función de las competencias del candidato y los objetivos marcados por el supervisor.

El financiador de la investigación, juega también un papel importante a la hora de definir el estilo de dirección o “distancia” técnica y personal del supervisor con respecto al doctorando, ya que el cumplimiento de especificaciones y plazos, así como las propias tareas técnicas y las prestaciones del candidato en el proyecto investigador, pueden imponer la necesidad de hacer una supervisión con mayor o menor cercanía en ambas dimensiones.

Es correcto también realizar una labor de prueba y error, modulando la distancia en función de la responsabilidad de la tarea o la trascendencia de la relación en el ámbito profesional a establecer, a fin de evaluar la evolución de las capacidades del candidato e ir tomando mayor distancia con criterio.

## **6. Conclusiones**

A pesar de las numerosas y profundas novedades que se han producido en los estudios de doctorado, a raíz de la implantación de la nueva normativa (Real Decreto 99/2011) (Ministerio de Educación. RD 99/2011, 2011), es evidente que la comunidad universitaria ha dedicado una mayor atención a la puesta en marcha del nuevo sistema de educación superior (Grado y Máster).

Consecuencia de la implantación de los programas de doctorado es la creación de Escuelas de Doctorado. Estos nuevos centros universitarios gestionan y centralizan las actividades que tienen que afrontar los diferentes agentes en el proceso que deriva en la realización de una tesis doctoral.

Uno de los aspectos que, en mayor medida, puede ayudar a asegurar el éxito en dicho proceso es, sin ninguna duda, el establecimiento de una adecuada relación entre el doctorando y su supervisor.

Esta relación no puede ser rígida, sino que se ha de adaptar a las características de cada candidato y a su evolución temporal a medida que vaya avanzando en su proceso de aprendizaje. En este trabajo se han identificado varios de los elementos que en mayor medida pueden ayudar a fomentar una adecuada relación supervisor – candidato, como pueden ser los elementos de reconocimiento y los agentes que tienen la capacidad de valorarlos como resultados de la investigación llevada a cabo.

También se han descrito algunas de las principales causas de conflictos que podrían aparecer a lo largo de dicha relación. Para poder superar dichas situaciones es fundamental tener la capacidad de diagnosticar los conflictos cuanto antes, lo que exige que el supervisor monitoree de manera continua la posible aparición de síntomas (alertas).

A partir de este análisis inicial se pueden establecer una serie de herramientas que permitan a los potenciales supervisores: (1) identificar el estilo de supervisión que mejor se adapte a cada candidato; (2) percibir los cambios que se producen a lo largo del proceso investigador, para ir modulando su manera de actuar frente al doctorando; (3) detectar síntomas de posibles conflictos, que pudieran resolverse de manera preventiva, antes de que el propio conflicto aparezca; (4) resolver situaciones de conflicto en caso de que se produzcan.

## **Referencias**

- S. Aihara, “Positioning of the Research-Doctorate Programs in the American Higher Education Market,” in 2016 5th IIAI International Congress on Advanced Applied Informatics, Jul 2016, pp. 556–559.

*Establecimiento de una relación productiva  
doctorando/supervisor: expectativas, roles y relación*

J. Velencei and V. Lambert, "Future of Education: Academic or Professional Doctorate," in 12th IEEE International Conference on Emerging eLearning Technologies and Applications, ICETA 2014, Dec 2014, pp. 501–503.

J. Hao, Y. Ching-Chiuan, "PhD in Design: a reflection from a PhD student and his supervisor," in 2009 IEEE 10th International Conference on Computer-Aided Industrial Design & Conceptual Design, Nov 2009, pp. 146–150.

T. Aktosun, A. Arciero, B. Flores, H. Knaust, and C. Villalobos, "Work in Progress - The Bridge to the Doctorate Experience: A Reflection on Best Practices and Project Outcomes," in 41st ASEE/IEEE Frontiers in Education Conference, Oct 2011, pp. T4H1–T4H2.

España. Ministerio de Educación. Real Decreto 99/2011, por el que se regulan las enseñanzas oficiales de doctorado. Boletín Oficial del Estado, núm. 35, 10 de febrero de 2011 - BOE-A-2011-2541.



## ANÁLISIS DE SINGULARIDADES EN TRANSFORMACIONES TRIFÁSICAS, EMPLEANDO UNA PLATAFORMA EDUCATIVA PARA INGENIERÍA

E. Parra<sup>a</sup>, M. San Martín, P. Zulueta, J.A. Serrano, M. Blanco, A. Sánchez, J. Montes, C. Ledo

<sup>a</sup>Escuela de Ingenierías Industriales, Sede Francisco Mendizábal, C/Francisco Mendizábal n° 1, 47014 Valladolid, Teléfono: (34)983423503, FAX: (34)983423490 y eparra@eii.uva.es

---

### **Abstract**

*This article shows the results of a work based on the analysis of the singularities of three-phase transformations using an educational platform designed to engineering.*

*The theoretical study of these singularities is hard to understand by students, especially when the connections are done with single-phase transformers (the surges that withstand the windings, the harmonics which appear, the convenience of having or not the neutral, and so on).*

*We have made an specific development of a clarifying practice of these concepts using the educational platform we mentioned before. The outcome has been very satisfactory and the data collected allowed has made it possible to deepen in the study of these phenomena in a simple way..*

**Keywords:** *Three-phase transformations, harmonics, surges, platform.*

---

### **Resumen**

*Este artículo presenta el resultado de un trabajo basado en el análisis de las singularidades en las transformaciones trifásicas empleando una plataforma educativa diseñada para ingeniería.*

*El estudio teórico de esas singularidades es de difícil comprensión por parte de los alumnos, sobre todo cuando las conexiones se realizan con transformadores monofásicos (las sobretensiones que soportan los devanados, los armónicos que aparecen, la conveniencia o no de disponer de neutro, etc.).*

*Preparamos el desarrollo específico de una práctica aclaratoria de esos conceptos utilizando la plataforma educativa antes mencionada. El resultado obtenido ha sido muy satisfactorio y los datos recogidos han permitido profundizar en el estudio de estos fenómenos de manera sencilla.*

**Palabras clave:** *Transformaciones trifásicas, armónicos, sobretensiones, plataforma.*

## **Introducción**

En el estudio de las transformaciones trifásicas, aunque se pueden suponer como una continuación natural de las transformaciones monofásicas, surgen, sin embargo, unas particularidades intrínsecas a las mismas que resultan de costosa y difícil asimilación por parte de los alumnos.

Las distorsiones que aparecen en las ondas de tensión y corriente son debidas principalmente a que las máquinas trabajan con un cierto grado de saturación en el circuito magnético, además del ciclo de histéresis propio del material ferromagnético. Si bien en los transformadores monofásicos trabajando en condiciones próximas a las nominales estas causas no producen efectos significativamente apreciables, no sucede lo mismo en las transformaciones trifásicas. Incluso dentro de estas transformaciones trifásicas, sus efectos dependerán del tipo de conexionado que tengamos en el primario y en el secundario, así como su configuración mediante un solo transformador de columnas o mediante tres transformadores monofásicos independientes.

El estudio teórico está suficientemente abordado en los textos relacionados con estos temas, pero la documentación sobre medidas realizadas no lo está tanto.

El disponer de una plataforma educativa muy versátil, que nos permite trabajar en tiempo real, nos permite desarrollar para la misma un ensayo específico para abordar de una manera sencilla y a la vez efectiva estos fenómenos de observación difícil.

El objetivo, por tanto, es observar el comportamiento de tensiones y corrientes en las transformaciones trifásicas, tanto en sus devanados como en las líneas de entrada y salida, en función del tipo de conexión y del tipo de transformadores empleados.

## **Trabajos Relacionados**

La bibliografía habitual sobre transformadores trata el tema de manera teórica, empleando a veces representaciones gráficas que resultan bastante acertadas, pero no siempre sencillas de entender por parte de los alumnos. Se pueden citar muchos autores, entre ellos destacamos por su claridad (Ras, 1994) y (Fraile Mora, 2015).

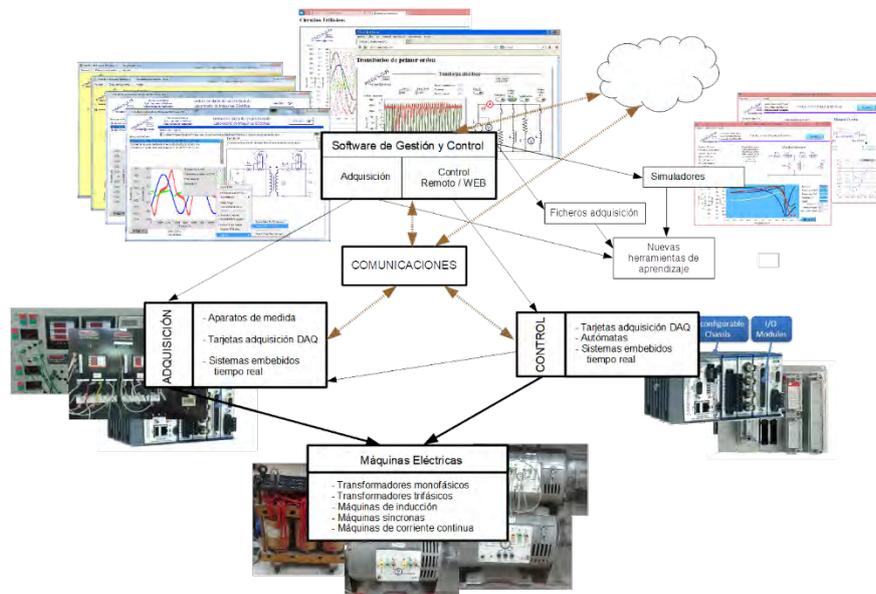
Los ensayos de laboratorio que habitualmente se proponen para estos temas de transformaciones trifásicas no suelen incidir en estas cuestiones y de tratarlas lo hacen de manera tangencial, incluso hablando de publicaciones relativamente recientes (San Martín, 2004) y (Miñambres, 2009).

Es difícil, por tanto, encontrar en la bibliografía trabajos que vayan en la dirección eminentemente práctica que nosotros proponemos. Podemos citar como referencia, en la misma línea que estamos señalando, un artículo publicado en un congreso de CUIEET (San Martín, 2013) y una Tesis Doctoral de la Universidad de Valladolid (San Martín, 2015).

### Metodología

Se trata de preparar un sistema versátil de toma de datos que nos permita tomar en tiempo real unos pocos ciclos, representarlos para su visualización inmediata, permitir su almacenamiento para estudios posteriores, y documentar convenientemente el caso analizado.

Figura 1 Plataforma educativa online



Para este desarrollo nos hemos basado en la plataforma educativa online que aparece en la figura 1, expuesta en el XXI CUIEET (San Martín, 2013). Se ha generado un laboratorio remoto de arquitectura abierta (Gustavsson, 2009), para facilitar su acceso (Bauer, 2008), (Tawfik, 2013) y (Lobo, 2004).

Las principales características del equipo que vamos a emplear son: dispositivo embebido en tiempo real CompactRio (de National Instruments, con módulos de entradas y salidas,

módulos de control y módulos de comunicaciones), adaptadores de señal (adecuados a las tensiones e intensidades que tenemos en el laboratorio), contactores, equipos de alimentación y cargas.

A esto uniremos una serie de transformadores tanto monofásicos como trifásicos, fácilmente manipulables (habituales en laboratorios de enseñanza), que serán el objeto de nuestros ensayos.

Hemos planteado un sistema abierto (San Martín, 2015), que nos va a permitir adquirir, en tiempo real, los valores instantáneos de tensión entre líneas, entre fase y neutro, en los bobinados, entre el centro de la estrella (en el supuesto que esa conexión la tuviese) y el neutro del sistema trifásico, así como los valores de intensidad en las líneas y en los bobinados, todo esto tanto en el primario como en el secundario.

Se ha preparado una representación gráfica de los distintos casos de estudio que se van realizando, donde se indican las diferentes tensiones e intensidades que se miden y los canales de medida que corresponden. La finalidad es poder efectuar, con los datos recogidos, estudios comparativos de los diferentes tipos de transformaciones.

En cuanto al software hay que distinguir dos programas principales, ambos realizados en LabVIEW. Con el primero se realiza la adquisición, presentación y almacenamiento en tiempo real de los datos. El segundo programa representa los datos (almacenados en la nube) y los analiza para su estudio. También nos permite la exportación de los datos a otros programas para realizar tratamientos específicos con los mismos.

La adquisición de datos se realiza de manera sistemática, teniendo en cuenta distintas configuraciones del mismo tipo de conexionado, tanto con transformadores monofásicos como con un transformador trifásico de columnas. Se modifican estas configuraciones manteniendo el conexionado para apreciar el efecto de la mayor o menor saturación de los circuitos magnéticos. Además, se añade un devanado terciario para apreciar su efecto.

El análisis de los datos recogidos permite apuntalar los estudios teóricos y comprobar de manera eficiente las mejoras que podemos tener con pequeñas acciones.

## **Resultados**

Planteamos, dentro de los casos estudiados, aquellos que resultan más llamativos y que permiten justificar la teoría expuesta (Ras, 1994) y (Fraile Mora, 2015). Utilizamos las conexiones estrella-estrella, y dentro de éstas, las que se realizan mediante tres transformadores monofásicos.

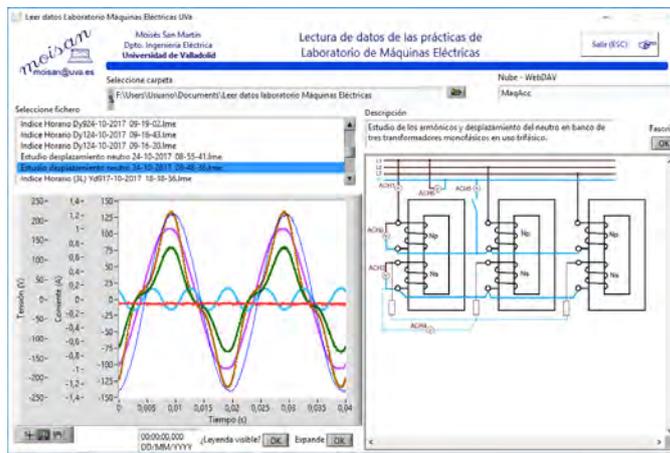
Tratamos un caso, sin conectar el centro de la estrella al neutro de la línea de alimentación y otro conectándolo, para poder analizar así las diferencias que existen.

Tomamos para el primero de los supuestos varias medidas, de manera que se vea la influencia que tiene el grado de saturación del material magnético del transformador en las sobretensiones que aparecen en los bobinados.

En el primero de los casos, figura 2, en el primario, el centro de la estrella no se conecta al neutro del sistema trifásico de alimentación.

Se puede apreciar la deformación de las ondas de tensión de los devanados, tanto de primario como de secundario (el valor máximo supera el valor de la tensión de la línea de entrada, hay sobretensiones en los devanados). Se aprecia la aparición de una tensión de frecuencia triple que la de alimentación entre el centro de la estrella y el neutro del sistema trifásico de salida.

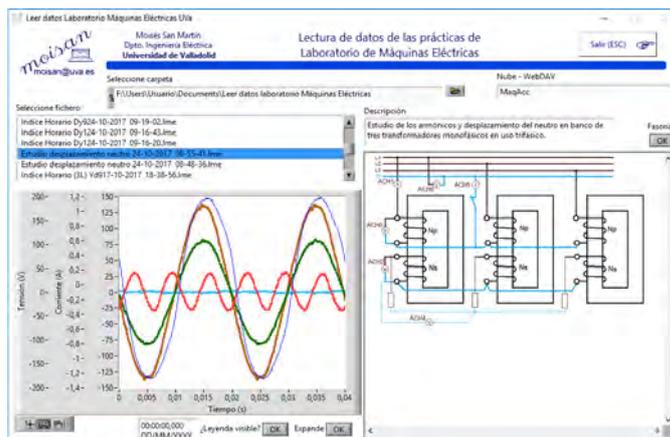
Figura 2 Conexión estrella-estrella. Neutro sin conectar



En el segundo de los casos figura 3, en el primario, el centro de la estrella se conecta al neutro del sistema trifásico de alimentación.

Se puede apreciar que no hay deformación en las ondas de tensión de los devanados (no hay sobretensión), tampoco existe tensión entre el centro de la estrella y el neutro del sistema trifásico de salida. Sin embargo aparece una intensidad de frecuencia triple que la de alimentación entre el centro de la estrella y el neutro del sistema de entrada.

Figura 3 Conexión estrella-estrella. Neutro conectado



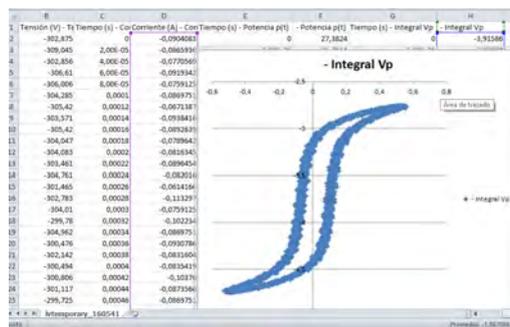
*ANÁLISIS DE SINGULARIDADES EN TRANSFORMACIONES TRIFÁSICAS, EMPLEANDO UNA PLATAFORMA EDUCATIVA PARA INGENIERÍA*

En cada uno de los ensayos se pueden recoger los datos, si se desea, y éstos pasarán a la nube. Aunque las medidas son en tiempo real y son continuas, tan sólo se recogen unos pocos segundos cuando damos la orden de grabar.

Los datos grabados se pueden visualizar sin necesidad del programa de recogida de datos, por lo que se puede analizar tranquilamente el ensayo con los datos almacenados en la nube. Estos datos se pueden exportar para ser tratados con otros programas y realizar estudios comparativos con los mismos.

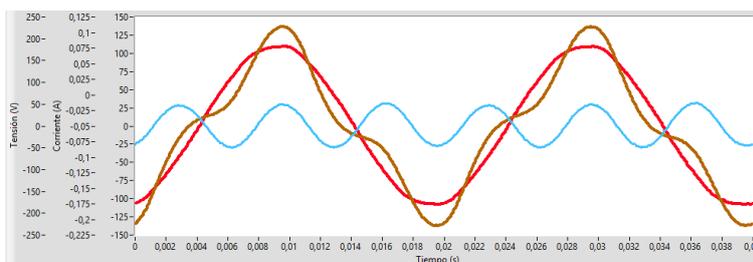
En la figura 4 podemos ver parte de los datos que se recogen en cada uno de los estudios realizados. Se han exportado los datos a una hoja Excel para su tratamiento y poder visualizar el ciclo de histéresis del material. Aplicando este estudio para diferentes configuraciones, se puede analizar la influencia de estos efectos en las tensiones de los devanados.

**Figura 4** Aplicación Excel con datos de ensayo

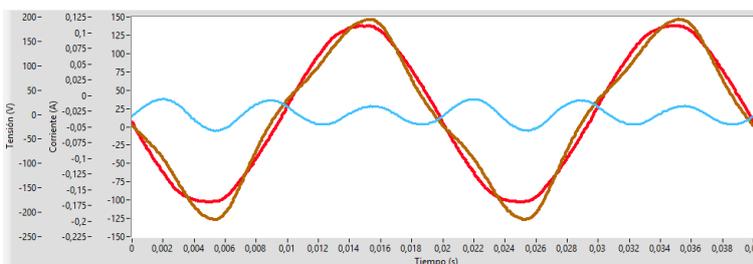


En las figuras que siguen a continuación el centro de la estrella no se conecta al neutro del sistema trifásico de alimentación. Nos muestran la tensión aplicada (sinusoidal), la tensión que soporta el devanado (deformada) y la tensión que aparece entre el centro de la estrella y el neutro de la línea (de frecuencia triple).

**Figura 5** Núcleo muy saturado



**Figura 6** Núcleo poco saturado



La figura 5 aparece con una alta saturación del material magnético y la figura 6 con baja saturación.

En ambas podemos apreciar que la tensión que aparece en los bobinados difiere de la que aplicamos de la línea, siendo esa diferencia la tensión que aparece entre el centro de la estrella y el neutro de la línea.

En el caso de la figura 5, la sobretensión a la que se somete el devanado es apreciable, mientras que en el caso de la figura 6 no es muy importante. Cuando realizamos esta misma prueba con un transformador trifásico de columnas, incluso en las condiciones del caso de la figura 5 el efecto de sobretensión no se aprecia. Cuando ponemos un devanado terciario en triángulo este efecto también desaparece, como era de esperar.

Estas prácticas se vienen realizando desde hace un par de años, por lo que no se dispone de estudios comparativos concluyentes. La sensación subjetiva es que apreciamos un mayor interés por estos temas, ya que hay más alumnos que realizan los trabajos voluntarios propuestos relacionados con los mismos.

## **Conclusiones**

Los resultados obtenidos nos permiten corroborar los desarrollos teóricos sobre el tema (Ras, 1994) y (Fraile Mora, 2015), analizar diferentes propuestas de mejora y sobre todo, visualizar de manera ágil las consecuencias de acciones aparentemente triviales como conectar o no conectar el centro de la estrella con el neutro de la línea.

Con los datos almacenados se pueden plantear trabajos para que los alumnos desarrollen de manera individualizada o en grupo. Alguno de estos trabajos se expone y comenta en clase por sus autores, resultando interesante la discusión subsiguiente.

La experiencia ha sido muy satisfactoria y los datos recogidos han permitido profundizar en el estudio de estos fenómenos de manera sencilla. Se ha podido ver el efecto de la saturación del material magnético en las sobretensiones que soportan los devanados. También se ha estudiado la influencia de conectar el centro de la estrella al neutro de la línea, y la diferencia que existe cuando se emplean tres transformadores monofásicos, o uno de columnas, para realizar la misma transformación trifásica.

La plataforma que se ha planteado es abierta, por lo que también se ha podido observar la importancia de un devanado terciario, en triángulo, para solventar los problemas de sobretensiones en los devanados principales.

## Referencias

- Bauer P., Fedak V., Rompelman O. (2008). *PEMCWebLab - Distance and virtual laboratories in electrical engineering: Development and trends*. Ed. Power Electronics and Motion Control Conference.
- Fraile Mora J. (2015). *Máquinas Eléctricas*. Ed. Ibergarceta Publicaciones S.L., 7ª Edición. 307-313 pp.
- Gustavsson I., Nilsson K., Zackrisson J., Garcia-Zubia J., Hernandez-Jayo U, Nafalski A., Nedic Z., Göll Ö., Machotka J., Pettersson M.I., Lagö J., Hakansson L. (2009). *On Objectives of Instructional Laboratories, Individual Assessment, and use of Collaborative Remote Laboratories*. Ed. IEEE Transactions on Learning Technologies, vol. 2, no. 4. 263-274 pp.
- Lobo J.I., San Martín M., Serrano J.A. (2004). *Monitorización de medidas eléctricas en prácticas de laboratorio y su reproducción por el profesor en el aula y por el alumno vía internet*. Ed. REDINET. Red De Información Educativa.
- Miñambres J.F., Zorrozua M.A., Zamora I., Mazón J., Valverde V., Buigues G. (2009). *Laboratorio de Máquinas Eléctricas. Ensayos y medidas*. Ed. Servicio Editorial de la Universidad del País Vasco.
- Ras E. (1994). *Transformadores de potencia, de medida y de protección*. Ed. Marcombo, 7ª Edición. 101-106 pp.
- San Martín M., Serrano J.A., Parra E. (2004). *Laboratorio Virtual de Electrotecnia. Prácticas de Corriente Alterna y de Máquinas Eléctricas*. Ed. Google Books.
- San Martín M., Parra E., Jiménez M.I., Blanco M., Sánchez A., Serrano J.A., García M. (2013). *Plataforma Educativa Online Para Ingeniería*. Ed. Ponencia. XXI Congreso Universitario de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas. Valencia.
- San Martín M. (2015). *Generación sistemática de un modelo de gestión y control de ensayos de máquinas eléctricas para la determinación de sus parámetros característicos y su implementación en un entorno industrial*. Tesis Doctoral. Universidad de Valladolid.
- Tawfik M., Sancristobal E., Diaz G., Tzanova S., Cronin S., Kreiner C, Milev M, Mileva N., Castro M. (2013). *Special session: Remote-labs access in internet and performance learning environment projects*. Ed. Global Engineering Education Conference (EDUCON), IEEE, 1098 - 1102 pp.



## El cuadro de mandos como entorno educacional

José María García Terán<sup>a</sup>, Antolín Lorenzana Ibán<sup>b</sup> y Álvaro Magdaleno González<sup>c</sup>

<sup>a</sup>Universidad de Valladolid, [teran@uva.es](mailto:teran@uva.es), <sup>b</sup>[ali@ei.uva.es](mailto:ali@ei.uva.es), <sup>c</sup>[alvaro.magdaleno@uva.es](mailto:alvaro.magdaleno@uva.es)

---

### **Abstract**

*The use of ICT in university education is generalized. It motivates a change in educational strategy based on the use of computer tools, preferably broad spectrum applications, that simplify the control of multiple indicators that influence a complex problem. Within stacking, the use of spreadsheet manipulation tables allows the definition of objectives and the control of processes, facilitating the decisions, the optimizing of systems and improving training. In this work we propous the use of a scorecard as an environment in the of Theory of Structures Education Area, with the objective of optimizing articulated structures by the creep, buckling and deformation criteria simultaneously. The achieved agility in the preprocessing, calculation and postprocessing processes, the organization and management of information and the orientation to the achievement of learning objectives make the spreadsheets to be taken into account in training processes.*

**Keywords:** Educational innovation, dashboard, spreadsheets, mechanical structures.

---

### **Resumen**

*El uso de las TIC se está generalizando en la formación universitaria. Esto motiva un cambio de estrategia educativa basada en la utilización de herramientas informáticas, preferentemente de amplio espectro, que simplifiquen el control de los múltiples indicadores que influyen en un problema complejo. Dentro de esta filosofía, los cuadros de mando desarrollados mediante Hojas de Cálculo permiten definir objetivos y controlar procesos, mejorando la toma de decisiones, el tiempo para la optimización de sistemas y haciendo más atractivo el aprendizaje. En este trabajo se propone el uso de un cuadro de*

*mando como entorno educacional en el Área de Teoría de Estructuras, con el objetivo de optimizar estructuras articuladas mediante los criterios de fluencia, pandeo y deformación de forma simultánea. La agilidad de preprocesado, cálculo y postprocesado, la organización y manejo de la información y la clara orientación a la consecución de los objetivos de aprendizaje hacen de las Hojas de Cálculo unas herramientas compactas y potentes a tener en cuenta en los procesos de formación.*

**Palabras clave:** *Innovación educativa, cuadros de mando, hojas de cálculo, estructuras metálicas.*

## **Introducción**

El Real Decreto 1393/2007 de Ordenación de las Enseñanzas Universitarias, modificado por distintas normativas (RD 861/2010, RD 96/2014, RD 43/2015) y el Marco Europeo de Cualificaciones de Educación Superior (Real Decreto 1027/2011) incluyen las competencias transversales como una combinación de atributos relativos a conocimientos, habilidades, actitudes y responsabilidades a desarrollar en la formación universitaria.

En este ámbito, la aplicación de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) en el desarrollo de la formación es considerada como sinónimo de mejora y actualización. Estudios desarrollados por distintos autores indican que los estudiantes muestran actitudes positivas cuando se utilizan medios informáticos en la enseñanza (Kitchakarn, 2015; Novocorti, Valera-Candamio y Ramil-Díaz 2013; Huczynskia y Johnstona, 2005), además consideran los ordenadores como una herramienta de aprendizaje importante (Kitchakarn, 2015), y no conciben la formación universitaria sin ellos, siendo el conocimiento de su uso tan necesario como la lectura, la escritura o las matemáticas (Soujah, 2014).

En la actualidad los estudiantes demandan la aplicación de procesos informáticos en su formación, tienen poca tolerancia a las clases magistrales y consideran que el manejo de estas tecnologías es fundamental (Philip, 2007; Waycott, Bennett, Kennedy, Dalgarno y Gray, 2010).

El uso del ordenador en la relación cognitiva que se establece entre el sujeto y el objeto de aprendizaje ha generado cambios sustanciales, que afectan tanto al tipo como a los objetivos de los problemas a los que se enfrentan los estudiantes. Los potentes procesos de cálculo y visualización de resultados facilitan la orientación del aprendizaje hacia campos del conocimiento, como el diseño de sistemas o la toma de decisiones a partir de desarrollos complejos, que de otro modo serían muy difíciles de explorar.

### **El cuadro de mandos integral como entorno educacional**

Un cuadro de mandos integral (o balanced scorecard) es un conjunto de indicadores que permiten concentrar la información necesaria para el análisis y control de un proceso. Esta herramienta ha estado relacionada con la gestión empresarial, utilizándose en el análisis de finanzas, marketing, producción, logística, calidad, recursos humanos, etc.

El cuadro de mandos se basa en la organización de la información, de forma intuitiva y fácil de manipular, utilizando para ello los indicadores de control del proceso (KPIs), lo que permite su evaluación y modificación de forma rápida y eficiente (Artiles).

Las características que ha de tener un cuadro de mandos son:

- **Visualización.** Facilita el acceso a la información de forma rápida y sencilla.
- **Relevancia.** Se utilizan indicadores que orienten en la toma de decisiones.
- **Actualización.** Se han de reflejar rápidamente las modificaciones generadas.
- **Orientación al usuario:** Es necesario conocer las necesidades del estudiante para diseñar una estrategia de actuación, establecer los objetivos y facilitar las decisiones.

En resumen, ha de tener IMPACTO, por lo que ha de ser:

- **I**nteractivo: Que permita la relación con el sistema.
- **M**asivo: Que tenga capacidad de gestionar un volumen importante de información.
- **P**ersonalizado: Que esté adaptado a los objetivos del usuario.
- **A**nalítico: Que desarrolle procedimientos elaborados.
- **C**ompacto: Que reúna múltiples funcionalidades.
- **T**abulado: Que manipule la información de forma matricial.
- **O**bjetivo: Que facilite la toma de decisiones a partir de información verídica.

Para crear un cuadro de mandos es necesario definir los siguientes conceptos: indicadores de interés en el proceso a analizar, procedimiento de actualización, herramienta en la que se implementa y organización de los datos, con el objetivo de acceder a un gran volumen de información de forma rápida y eficiente, tomar decisiones, analizar la respuesta del sistema a una acción concreta y optimizar procesos.

### **Las hojas de cálculo como herramientas para implementar cuadros de mando**

En el contexto del desarrollo de competencias asociadas a las TIC en la ingeniería y de generación de cuadros de mando, las características de la Hoja de Cálculo las hacen herramientas muy potentes que permiten crear entornos eficientes de aprendizaje.

Desde su aparición en la informática lograron un éxito rotundo debido a su uso intuitivo y la facilidad de adaptación al mundo empresarial. Desafortunadamente en general se emplea en procesos simples como tabular datos, realizar cálculos sencillos y obtener gráficas prediseñadas, todo ello mediante las herramientas básicas que pone a disposición del usuario, pero infrautilizando la mayor parte de sus espectaculares posibilidades.

Excel es una Hoja de Cálculo que presenta múltiples ventajas, ya que está disponible en los ordenadores con sistema operativo Microsoft Office (con 1.200 millones de usuarios) y esconde un profundo potencial de aplicación basado en su capacidad de cálculo, el volumen de información que puede manejar (17.179 millones de datos por hoja), la graficación de resultados, la automatización de tareas mediante el lenguaje de programación Visual Basic para Aplicaciones (VBA) y, sobre todo, la actualización automática de funciones.

Se selecciona esta herramienta ya que el estudiante se encuentra familiarizado con su entorno, lo que facilita que centre su actividad en la aplicación de las competencias adquiridas en la materia que se analiza, y no en los laboriosos procesos de resolución de los problemas que se plantean, cuya realización se delega en el sistema, o en adquirir las habilidades específicas necesarias para trabajar con otro tipo de software especializado.

La propuesta de este trabajo consiste en promover el uso de Hojas de Cálculo para generar entornos de formación aplicados al análisis de sistemas complejos. Para ello se pone como ejemplo una Hoja de Cálculo programada para el Área de Teoría de Estructuras.

Las capacidades genéricas que el estudiante pone en práctica con esta actividad son:

- Desarrollar procesos de análisis y síntesis.
- Aprender y trabajar de forma autónoma.
- Resolver problemas.
- Desarrollar el razonamiento crítico/análisis lógico.
- Aplicar los conocimientos a la práctica.
- Desarrollar la creatividad y la innovación.
- Motivar el logro y la mejora continua.

Mientras que los conocimientos y capacidades específicas en el Área de Teoría de Estructuras son:

- Aplicar los fundamentos de la Elasticidad y Resistencia de Materiales al comportamiento de sólidos reales.
- Calcular y diseñar estructuras y construcciones industriales.

Inciendo es estas últimas, con el uso de esta Hoja de Cálculo el estudiante adquiera las capacidades necesarias para:

- Utilizar TIC genéricas para el autoaprendizaje.

- Analizar el comportamiento de las estructuras metálicas (isostáticas o hiperestáticas), asociadas al modelo de barras articuladas en los extremos con comportamiento elástico lineal.
- Identificar los indicadores y su nivel de aceptabilidad en un sistema estructural.
- Entender la influencia que sobre estos indicadores ejercen distintas variables (diseño estructural, tipos de perfiles, materiales y dimensiones, vínculos, cargas,...) cuando se modifican tanto de forma individual como combinada.
- Adquirir criterios para enjuiciar la idoneidad de las acciones adoptadas en función de los resultados de los indicadores obtenidos.
- Conseguir la optimización de una estructura aplicando distintos criterios de forma simultánea.

### **Trabajos Relacionados**

Existen múltiples autores que han desarrollado herramientas informáticas basadas en Hojas de Cálculo con la filosofía de cuadro de mando para la resolución de problemas estructurales semejante al que se plantea, a cuyos desarrollos se puede acceder a través de internet (<http://danielaguilo.com>; <http://kn10infor.wordpress.com>; <http://civilgeeks.com>). Sin embargo tienen un diseño extremadamente rígido, ya que aunque permiten modificar algunos parámetros y visualizar los resultados obtenidos en tiempo real, en general lo hacen respecto de una estructura predeterminada, sin posibilidad de modificación de la mayor parte de las variables.

Esta rigidez es debida a que los resultados no se obtienen de la resolución de la estructura, sino de la implementación de funciones asociadas a una resolución previamente obtenida.

### **Procesos de cálculo**

Los métodos de cálculo utilizados en ingeniería y física para la resolución de problemas complejos se basan en la discretización (división) espacial y/o temporal del entorno, y la interpolación (aproximación) numérica del modelo matemático a la realidad.

El desarrollo de estos procedimientos está ligado a la capacidad de los ordenadores, herramientas indispensables para realizar su implementación, lo que ha contribuido al uso de sofisticados paquetes de cálculo y graficación que facilitan el modelado del problema, su resolución y la presentación de los resultados.

Para plantear la resolución del problema con esta metodología se divide el dominio en estudio en subdominios o elementos, definiéndolos mediante puntos (o nodos) con los que se conectan entre sí, y en los que se localizan las incógnitas (o grados de libertad).

En el caso de los estudios en el Área de Teoría de Estructuras las incógnitas son los desplazamientos de dichos puntos, a partir de los cuales se pueden determinar las magnitudes de otras variables derivadas como tensiones o deformaciones.

Sin intención de entrar en detalles, los pasos seguidos en los procesos de cálculo de este tipo de métodos son: la localización de los nodos en el dominio, la determinación de los elementos con los que se realiza la discretización, la relación entre las fuerzas y desplazamientos de cada elemento (obtenida mediante matrices denominadas de rigidez local), la transformación de dichas matrices de la base local de cada elemento a la global (común a todo el sistema), el ensamblaje (unión) de las matrices globales de los elementos en una única matriz (matriz global del sistema), la aplicación de las condiciones de contorno asociadas a las cargas y restricciones del movimiento en los nodos, la determinación de los desplazamientos de los nodos no vinculados, la obtención de las fuerzas de contacto en los nodos del sistema, la aplicación de las ecuaciones constitutivas para obtener las tensiones, y por último, la determinación del resto de variables incógnitas del problema.

Todo lo anterior se implementa mediante potentes programas específicos que facilitan la selección y manipulación de los datos de entrada (preprocesado), la realización de los cálculos indicados (calculador) y la presentación de los resultados obtenidos (postprocesado).

Estas tres etapas están claramente diferenciadas, desarrollándose de forma secuencial y ordenada, lo que rigidiza el procedimiento del análisis.

La propuesta de este trabajo es utilizar las capacidades de la hoja de cálculo Excel para desarrollar un cuadro de mandos que rompa la dinámica de preprocesado, cálculo y postprocesado, simultaneando las etapas y permita la optimización de estructuras de forma ágil y eficaz.

### **Metodología seguida**

Para la creación del cuadro de mando fue necesario un profundo conocimiento del problema a resolver, de las herramientas facilitadas por la Hoja de Cálculo Excel y de los objetivos específicos a conseguir con su aplicación como herramienta educacional.

La finalidad fundamental del problema estructural propuesto es la optimización de las dimensiones de las barras de una estructura en función de los criterios de fluencia, pandeo y deformación de manera simultánea.

Las variables, utilizadas para definir la situación inicial del sistema son:

- Posición de los nodos que definen las barras.
- Interconexión de las barras.

- Características de las barras: materiales, tipos de secciones (perfiles normalizados) y dimensiones.
- Magnitudes y localización de las cargas.
- Vinculación del sistema.

Los indicadores que se van a utilizar para la optimización del sistema son:

- Los esfuerzos y deformaciones longitudinales de las barras.
- La limitación de las barras respecto de la fluencia, pandeo individual y alargamiento.

Con todo lo anterior se genera una actividad para que desarrollen los alumnos, cuyo proceso se basa en las siguientes fases:

- Se presenta una estructura, determinando inicialmente las magnitudes de todas las variables que influyen en el proceso.
- Para que el estudiante se familiarice con la herramienta, de uso intuitivo, se le solicita que introduzca los datos de la estructura (preprocesado) en el cuadro de mandos. Existe la opción de realizar la introducción de datos de forma automatizada, para agilizar el preprocesado inicial.

- El cuadro de mandos facilita las magnitudes de los indicadores asociados a cada barra, de forma que es sencillo comprobar si cumplen con las especificaciones.

Para ello se muestran los valores límite asociados a cada uno de los tres criterios de análisis (fluencia, pandeo y alargamiento) para cada barra. Los valores de fluencia y pandeo se obtienen a partir de las variables introducidas, mientras que el alargamiento se define seleccionando la magnitud de la deformación límite admisible.

Estos tres criterios corresponden a las especificaciones indispensables de diseño que se han de cumplir para que el sistema sea conforme (se comporte de forma estable y sin superar el límite elástico lineal).

- Utilizando la información facilitada, el estudiante debe indicar si el diseño es conforme a las especificaciones, y en caso de no serlo, determinar las barras y criterios específicos que no las cumplen, información que es resaltada en el cuadro de mandos mediante el uso de un código de colores.

Hasta aquí el proceso sería semejante al de cualquier software avanzado utilizado en el diseño de estructuras.

- Se solicita a continuación al estudiante que seleccione y modifique alguna variable del diseño para que el sistema cumpla con las especificaciones. Por ejemplo, determinando la sección mínima necesaria, común a todas las barras.

Es aquí donde el cuadro de mandos desarrollado empieza a mostrar su potencia, ya que no es necesario realizar nuevamente el procedimiento de preprocesado-cálculo-postprocesado con los nuevos datos, sino que la modificación de una variable genera instantáneamente el recálculo del sistema de barras, facilitando los nuevos resultados.

Esto se dinamiza aún más facilitando la variación de las magnitudes mediante el uso del ratón y controles de formulario (deslizaderas), y dando accesibilidad a la modificación de cualquier variable en todo instante.

La sencillez del preprocesado y la rapidez de los cálculos y presentación de resultados agiliza el análisis, facilitando la optimización del sistema.

- En el siguiente paso se solicita al estudiante que identifique las barras sobredimensionadas tras el paso anterior, de forma que modifique la sección normalizada de cada una de ellas de forma independiente, hasta determinar los valores mínimos que cumplan nuevamente con las especificaciones.

Se vuelven a utilizar las mismas herramientas del paso anterior, sin embargo el estudiante se enfrenta con la dificultad de que en sistemas hiperestáticos la optimización de cada barra depende de las características del conjunto de la estructura, por lo que al ajustar una barra se modifican los indicadores de las demás, lo que obliga a obtener la solución óptima mediante un proceso iterativo de ensayo-error.

- Por último, y para mostrar la potencia de la herramienta, se solicita al estudiante una modificación radical del entramado de barras que afecte a su geometría, número de barras, nuevas condiciones de contorno (vínculos y cargas) y variación de las posiciones de los nodos del entramado (lo que conlleva la modificación de longitudes y orientación de las barras concurrentes), para proceder de nuevo a la optimización del sistema.

Lo anterior está disponible en muy pocos programas comerciales pero, como se comprobará, es asequible utilizando una modesta Hoja de Cálculo Excel.

### **Ejemplo de aplicación**

Para desarrollar lo anteriormente indicado se ha programado un cuadro de mandos con capacidad de análisis de estructuras de 20 nodos y 40 barras como máximo.

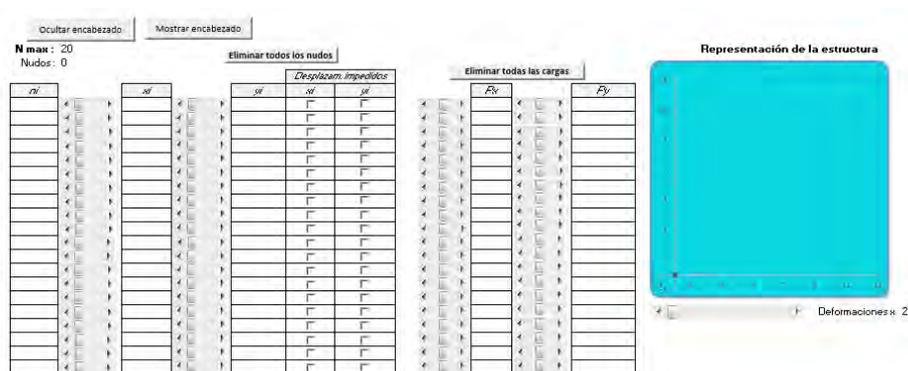
Como ejemplo se ha considerado inicialmente una estructura de acero formada por 14 nodos y 25 barras (estas características se modificarán posteriormente).

Para remarcar la agilidad del proceso se indican los tiempos necesarios para la introducción de datos conjuntamente con los de respuesta del cuadro de mandos.

Debido a los objetivos del aprendizaje se hará hincapié en el pre y postprocesado, no entrando en los detalles del calculador (aunque, al igual que el resto de los procesos, fue desarrollado en su totalidad).

El entorno inicial del cuadro de control es el mostrado en la Figura 1. En la parte izquierda están las herramientas de preprocesado, asociadas a la definición de la posición de los nodos. En la parte derecha se muestra la pantalla utilizada para la representación de la estructura.

Figura 1 Entorno inicial de la hoja de cálculo

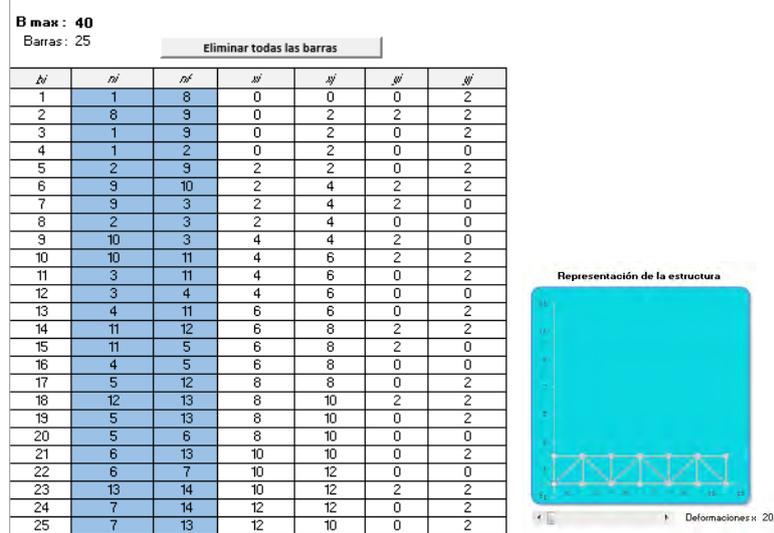


Los nodos se introducen de forma secuencial, asignando el sistema su numeración. La accesibilidad a cualquier nodo en cualquier instante facilita su modificación de forma rápida y eficiente. La introducción de las coordenadas de cada nodo se agiliza utilizando deslizaderas que se manipulan con el botón izquierdo del ratón, aunque también se puede realizar utilizando el teclado. La magnitud del incremento de posición correspondiente a cada pulsación puede ser ajustada a conveniencia. Con este procedimiento el tiempo utilizado para la introducción de la estructura que se propone como ejemplo (de 14 nodos) ha sido de dos minutos.

Aprovechando la actualización de valores, se localiza cada nodo en la pantalla inmediatamente después de cada pulsación con el ratón, por lo que el sistema responde de forma instantánea mostrando el movimiento del nodo en la pantalla de representación.

Las barras se definen mediante la numeración de sus nodos extremos, utilizando el teclado alfanumérico del ordenador en las casillas correspondientes. Se deben introducir de forma secuencial, pero nuevamente se puede modificar cualquier barra en todo instante. Con este procedimiento el tiempo utilizado para la introducción de las 25 barras del ejemplo ha sido de menos de tres minutos. En la figura 2, a la izquierda se muestra la definición de las barras a partir de los nodos extremos, y a la derecha, en la pantalla de representación, el dibujo del entramado con color gris, utilizado para representar la configuración indeformada.

Figura 2 Introducción de barras y visualización



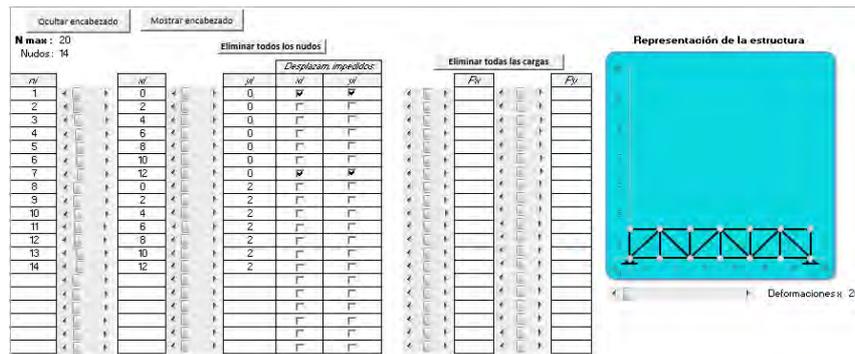
La estructura del ejemplo se vincula al terreno mediante dos apoyos articulados fijos (vinculación hiperestática) situados en los nodos extremos inferiores. Para su definición se utiliza un par de casillas de formulario, habilitadas para cada nodo y asociadas a los impedimentos al movimiento en las direcciones x o y, respectivamente, de modo que al pulsar sobre ellas con el ratón se identifican los nodos y desplazamientos impedidos. Con este procedimiento el tiempo utilizado para la introducción de vínculos ha sido de 9 segundos. En la figura 3 se muestra a la izquierda la selección de vínculos realizada, y a la derecha, en la pantalla de representación, su localización en el entramado mediante la simbología clásica.

Se comprueba que la estructura ha cambiado de color (pasando de gris a negro, utilizado este último para representar la configuración deformada). Esto es debido a que aunque todavía no se ha terminado el preprocesado, el sistema selecciona por defecto los datos sin definir, realiza los cálculos y muestra los resultados. En este momento, al no haberse introducido las cargas, tipos de perfiles, materiales y dimensiones de las barras, el sistema considera las primeras nulas y toma por defecto los demás parámetros, por lo que los desplazamientos calculados son nulos.

El estado de carga del sistema está formado por fuerzas puntuales actuando en los tres nodos centrales, tanto del cordón superior como del inferior, con una magnitud de 10.000 N en sentido vertical hacia abajo. Para la definición de las magnitudes se vuelven a utilizar deslizaderas asociadas a cada nodo y componente de carga. Con este procedimiento el tiempo utilizado para la introducción de las seis cargas ha sido de un minuto y treinta segundos. Nuevamente, inmediatamente después de cada modificación de carga, el programa realiza

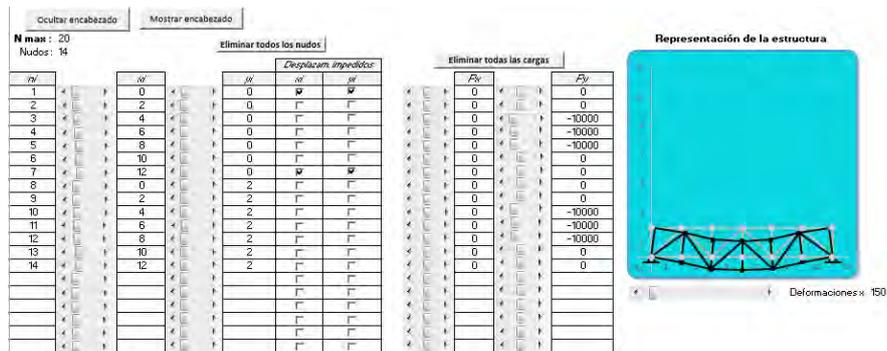
los cálculos, actualiza los resultados y desplaza de forma dinámica todos los nodos del entramado a sus nuevas localizaciones en la pantalla de representación.

**Figura 3 Introducción de vínculos y visualización**



En la figura 4 a la izquierda se muestran las magnitudes de las cargas de los nodos, mientras que a la derecha se representa el entramado. Para que se aprecie la deformación del sistema se muestran simultáneamente sus configuraciones indeformada (gris) y deformada (negro), pudiéndose amplificar de forma dinámica las magnitudes de las deformaciones, multiplicándolas por un factor que se selecciona mediante la deslizadera situada al efecto (en el caso mostrado en la imagen el factor utilizado es 150).

**Figura 4 Introducción de cargas y visualización**



Se dimensionan todas las barras del sistema con el mismo perfil y material normalizados (IPE 80, S235). Para su determinación se utilizan cuadros combinados independientes para cada barra, tanto para el perfil como la dimensión (siendo las dimensiones a seleccionar dependientes de cada tipo perfil). Las características geométricas (área e inercia mínima) correspondientes a cada barra se obtienen utilizando las capacidades de almacenamiento y selección de la Hoja de Cálculo. El botón 'Igualar a la primera barra' permite reproducir rápidamente las características de la primera barra en todas las del sistema.

Con este procedimiento el tiempo utilizado para la introducción de las características de las 25 barras ha sido de 15 segundos. En la figura 5 se muestran a la izquierda la selección de perfiles, dimensiones y materiales de todas las barras, y a la derecha las magnitudes de sus esfuerzos (las casillas vacías indican que no trabaja), los valores de los porcentajes de capacidad de cada barra, que informan de su situación respecto de los valores límites especificados (valores inferiores a 100% indican conformidad con la especificación), y la visualización de conformidad mediante un código de color (verde - conforme, rojo – no conforme) asociado a cada criterio (fluencia, pandeo y deformación) y barra.

Nuevamente, inmediatamente después de la modificación de cualquier variable, el programa realiza los cálculos, actualiza los valores de los indicadores y representa la deformación del sistema en la pantalla.

Figura 5 Introducción de perfiles, materiales e indicadores para la optimización

Criterio de alargamiento:  $l/200$

Igualar a la primera barra					% Capacidad			Fallo			
Perfil	Dimens.	Área (cm <sup>2</sup> )	I Min. (cm <sup>4</sup> )	Acero	Esfuerzo Barra	Fluencia	Pandeo	Alarg.	Fluencia	Pandeo	Deform.
IFE	80	7.64	8.49	235		0%	0%	0%	NO	NO	NO
IFE	80	7.64	8.49	235		0%	0%	0%	NO	NO	NO
IFE	80	7.64	8.49	235	-42426	24%	193%	5%	NO	SI	NO
IFE	80	7.64	8.49	235	-13333	7%	30%	2%	NO	NO	NO
IFE	80	7.64	8.49	235		0%	0%	0%	NO	NO	NO
IFE	80	7.64	8.49	235	-60000	33%	136%	7%	NO	SI	NO
IFE	80	7.64	8.49	235	42426	24%		5%	NO	NO	NO
IFE	80	7.64	8.49	235	-13333	7%	30%	2%	NO	NO	NO
IFE	80	7.64	8.49	235	-10000	6%	23%	1%	NO	NO	NO
IFE	80	7.64	8.49	235	-60000	33%	136%	7%	NO	SI	NO
IFE	80	7.64	8.49	235	-14142	8%	64%	2%	NO	NO	NO
IFE	80	7.64	8.49	235	26667	15%		3%	NO	NO	NO
IFE	80	7.64	8.49	235	10000	6%		1%	NO	NO	NO
IFE	80	7.64	8.49	235	-60000	33%	136%	7%	NO	SI	NO
IFE	80	7.64	8.49	235	-14142	8%	64%	2%	NO	NO	NO
IFE	80	7.64	8.49	235	26667	15%		3%	NO	NO	NO
IFE	80	7.64	8.49	235	-10000	6%	23%	3%	NO	NO	NO
IFE	80	7.64	8.49	235	-60000	33%	136%	1%	NO	SI	NO
IFE	80	7.64	8.49	235	42426	24%		7%	NO	NO	NO
IFE	80	7.64	8.49	235	-13333	7%	30%	5%	NO	NO	NO
IFE	80	7.64	8.49	235		0%	0%	2%	NO	NO	NO
IFE	80	7.64	8.49	235		0%	0%	0%	NO	NO	NO
IFE	80	7.64	8.49	235	-42426	24%	193%	0%	NO	SI	NO
IFE	80	7.64	8.49	235	-13333	7%	30%	5%	NO	NO	NO
IFE	80	7.64	8.49	235		0%		2%	NO	NO	NO

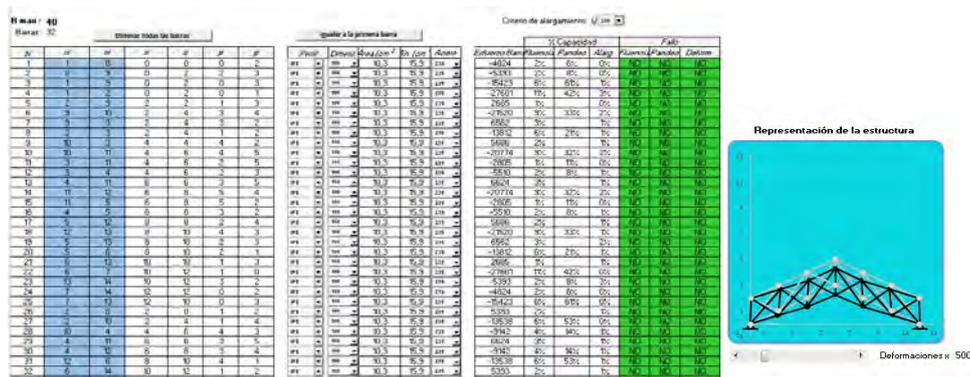
El tiempo total estimado para introducir, calcular, mostrar los resultados y optimizar la estructura articulada de 14 nodos y 25 barras es de seis minutos y medio, muy inferior al de otros programas de las mismas características. El tiempo de respuesta tras cada modificación depende de los procesadores de cada ordenador, pero es inapreciable.

La flexibilidad del proceso se confirma cuando se procede a un cambio radical, modificando la posición de múltiples nodos del sistema y la introducción de nuevas barras.

Para ello se vuelven a utilizar las herramientas de preprocesado, realizando la modificación, cálculo del nuevo entramado y presentación de resultados tal como se indicó anteriormente. El tiempo utilizado depende nuevamente de la habilidad del usuario, pero se considera que dos minutos es suficiente para introducir seis nuevas barras y modificar la posición de 10

nodos de la estructura. En la figura 6 a la izquierda se muestran la dimensión mínima necesaria, común a todas las barras, para que el nuevo sistema cumpla con las especificaciones. A la derecha se visualiza la nueva configuración del sistema multiplicada por un factor de magnitud 500.

Figura 6 Modificación del diseño y visualización



## Conclusiones

Se comprueba que el uso de los cuadros de mando facilita centrar el objetivo del aprendizaje en el tema fundamental en cada caso específico, eliminando información superflua, organizando los indicadores, realizando los cálculos necesarios y facilitando la toma de decisiones.

Las utilidades de las Hojas de Cálculo permiten desarrollar entornos de análisis extremadamente ágiles que facilitan la realización de cálculos elaborados, trabajar con un gran volumen de información y permitiendo alcanzar los objetivos del aprendizaje, llegando incluso a superar las capacidades de elaborados programas comerciales.

La flexibilidad y rapidez en la entrada de datos, cálculo y salida de resultados convierten a las Hojas de Cálculo en una potente herramienta con la que generar cuadros de mando como entornos didácticos, que pueden ser utilizados para la formación universitaria.

## Líneas futuras

Como posibles líneas futuras se plantean ampliar el sistema a nuevas capacidades de análisis, como el estudio del pandeo en masa de todo el sistema, el análisis modal mediante la obtención de autovalores y autovectores, el uso de otros modelos de barra con nudos rígidos, etc.

Otras líneas de actuación son el desarrollo de nuevos objetivos de aprendizaje en otros campos del conocimiento, la formación de los estudiantes en el desarrollo de esta herramienta,

para que puedan adaptarla a sus propios objetivos y la implementación de los procesos para el desarrollo de apps en dispositivos móviles.

## **Referencias**

- Huczynskia, A., & Johnston, S. P. (2005). *Engineering students' use of computer assisted learning (CAL)*. European Journal of Engineering Education 30 (2), 287-298 pp.
- Kitchakarn, O. (2015). *EFL Learners' Attitudes towards Using Computers as a Learning Tool in Language*. TOJET: The Turkish Online Journal of Educational Technology 14 (2), 52-58 pp.
- Novo-Corti, I., Varela-Candamio, L. y Ramil-Díaz, M. (2013). *E-learning and face to face mixed methodology: Evaluating effectiveness of e-learning and perceived satisfaction for a microeconomic course using the Moodle platform*. Computers in Human Behavior 29(2), 410–415 pp.
- Ortilles, J. J. (2017) Como hacer cuadros de mando. Stratebi Business Solutions <http://www.stratebi.es>
- Philip, D. (2007). The knowledge building paradigm: A model of learning for Net Generation students. *Innovate*, 3(5). <http://innovateonline.info/index.php>
- Soujah, S. (2014). Integration in schools is we overinvested and underprepared? *International Journal of Information and Education Technology*, 4 (5), 444-447, doi: <http://dx.doi.org/10.7763/IJIET.2014.V4.447>.
- Waycott, J., Bennett, S., Kennedy, G., Dalgarno, B., & Gray, K. (2010). Digital divides? Student and staff perceptions of information and communication technologies. *Computers & Education* 54(4), 1202-1211. doi:10.1016/j.compedu.2009.11.006.



## **DIBUTEC: Plataforma web interactiva para la resolución de ejercicios gráficos en Ingeniería**

**Pablo Pando Cerra<sup>a</sup>, Javier Gracia Rodríguez<sup>b</sup>, Humberto Fernández Álvarez<sup>c</sup>, Bernardo Busto Parra<sup>d</sup> y Fernando López Gayarre<sup>e</sup>**

<sup>a</sup>Área de Expresión Gráfica en la Ingeniería (U. de Oviedo) [pandopablo@uniovi.es](mailto:pandopablo@uniovi.es), <sup>b</sup>Área de Mecánica de Medios Continuos y Teoría de Estructuras (U. de Oviedo), <sup>c</sup>Área de Teoría de la Señal y Comunicaciones (U. de Oviedo), <sup>d</sup>Área de Expresión Gráfica en la Ingeniería (U. de Oviedo), <sup>e</sup>Área de Ingeniería de la Construcción (U. de Oviedo)

---

### **Abstract**

*Information and Communication Technologies (ICT) are tools commonly used at all levels of learning. However, this integration is no clear on subjects that require graphic tools to solve problems. In the area of Graphic Expression of the University of Oviedo, many solutions have been proposed, based on computer-assisted learning, to improve the learning of these subjects. As a result of these investigations, DIBUTEC has been developed. It is a web platform that allows users to graphically solve proposed problems using CAD tools integrated in the platform. It also features a self-assessment tool that provides real-time feedback of failures and successes. Therefore, user is continuously aware of the progress made. In this paper, an innovative proposal is presented, the integration of DIBUTEC within the teaching program of technical drawing subject.*

**Keywords:** *Interactive web platform, computer-assisted learning, CAD, self-learning tools.*

---

### **Resumen**

*Las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) son herramientas habitualmente empleadas en todos los niveles del aprendizaje. Sin embargo, esta integración ya no es tan clara cuando las materias enseñadas requieren de representación gráfica para su resolución. En el Área de*

*Expresión Gráfica en la Ingeniería de la Universidad de Oviedo se han venido proponiendo desde hace muchos años soluciones dentro del ámbito de la Enseñanza Asistida por Computador (EAC) para mejorar los resultados en aquellas materias que requieran de algún tipo de resolución gráfica en los problemas que se plantean a los alumnos. Fruto de estas investigaciones se ha desarrollado DIBUTEC, una Plataforma Web que permite al usuario resolver gráficamente los ejercicios propuestos empleando las herramientas de Dibujo Asistido por Computador que ofrece el propio entorno de aprendizaje. Asimismo dispone de un módulo de corrección automática que posibilita analizar en tiempo real los aciertos obtenidos y los errores cometidos durante la resolución del problema. De esta forma, el usuario sabe en todo momento el nivel de progreso alcanzado durante su aprendizaje. En esta comunicación se realiza una propuesta innovadora en el estudio del Dibujo Técnico integrando el uso de DIBUTEC dentro del plan docente de esta materia.*

**Palabras clave:** *Plataforma Web Interactiva, Enseñanza Asistida por Ordenador, Dibujo por Ordenador, Herramientas de Auto-aprendizaje.*

## **Introducción**

Las Tecnologías de la Información y la Comunicación están ampliamente integradas en el sistema de enseñanza universitaria actual. Es muy habitual emplear sistemas para la gestión del aprendizaje (Learning Management System - LMS) como herramientas de apoyo a la enseñanza y repositorio de contenidos. Algunos ejemplos de estas plataformas son Moodle, ATutor, Chamilo o Dokeos. Sin embargo, cuando el objetivo del aprendizaje consiste en resolver ejercicios empleando herramientas de resolución gráfica, el ámbito de utilización de estos entornos se reduce drásticamente ya que las herramientas que proporcionan no suelen estar preparadas para trabajar en este contexto.

Docentes e investigadores de la Universidad de Oviedo llevan trabajando desde hace muchos años en la búsqueda de soluciones relacionadas con la Enseñanza Asistida por Computador (EAC) que permitan mejorar los resultados en aquellas materias que requieran de algún tipo de resolución gráfica en los problemas que se plantean a los alumnos. Fruto de estas investigaciones se ha desarrollado DIBUTEC, una plataforma Web especializada en la resolución de ejercicios empleando herramientas gráficas. DIBUTEC facilita un aprendizaje dinámico combinando herramientas de Dibujo Asistido por Computador (CAD) sobre Web y un módulo de comparación automática de ejercicios.

En este trabajo se pretenden mostrar los resultados obtenidos con la integración de esta Plataforma Web Interactiva orientada al auto-aprendizaje mediante resolución gráfica en la

enseñanza de la materia "Expresión Gráfica" en los Grados de Ingeniería de la Universidad de Oviedo.

### **Trabajos Relacionados**

En el aprendizaje de materias que requieren de herramientas gráficas de resolución para su aprendizaje es habitual el uso de métodos tradicionales de estudio (clases magistrales, documentos teóricos, etc... ) combinados con el uso de aplicaciones de Dibujo Asistido por Computador (CAD) más o menos comerciales (Martin-Gutierrez, Trujillo, & Acosta-Gonzalez, 2013; Jou, Tennyson, Wang, & Huang, 2016). Sin embargo, estudios como el realizado por Tsuei and Lai (2015) han demostrado los efectos positivos de un sistema de Dibujo de Ingeniería en línea para el aprendizaje de esta materia. Los docentes que requieren de entornos para representación de modelos gráficos suelen recurrir a plataformas como Moodle pero la gran mayoría de estas plataformas no están preparadas para el aprendizaje de este tipo de materias.

En el caso de herramientas de corrección gráficas podemos indicar el caso de de la Torre, Saorin, Contero, Dorribo-Camba and Ieee (2013) en el que han desarrollado una herramienta interactiva que combina contenidos teóricos con herramientas para el bocetado de dibujos técnicos, pero su evaluación se realiza enviándolos mediante e-mail al responsable para su corrección manual. Sin embargo, en la mayoría de los casos recurren a plataformas e-learning habitualmente usadas/conocidas y utilizan sus herramientas de autoevaluación aunque no estén preparadas para analizar problemas que deben resolverse gráficamente (tests y herramientas de subida/entrega de documentos para una revisión posterior por parte de un experto en la materia). Algunas de las investigaciones anteriores de autores de este trabajo van en la línea de permitir al alumno representar y evaluar lo hecho por él mismo (Cerra et al, 2014), obteniendo resultados muy interesantes en este campo de investigación.

### **Metodología**

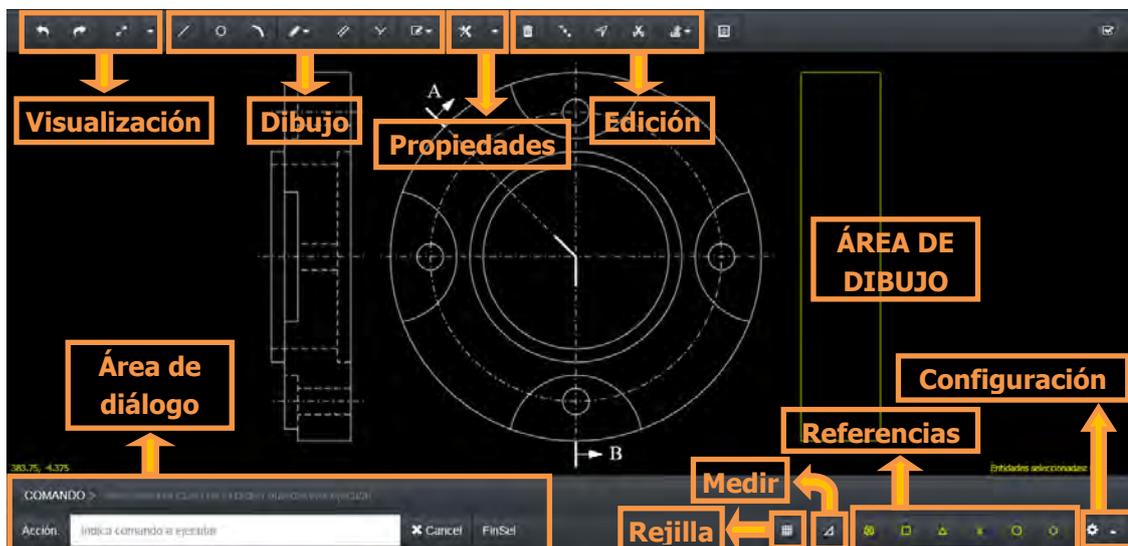
DIBUTECH ha sido desarrollada para gestionar y facilitar el aprendizaje de aquellas materias que necesiten de un alto componente gráfico para su resolución. Además, se ha diseñado con el objetivo de que el proceso de aprendizaje quede centrado en el propio alumno y éste sea capaz de desenvolverse de manera autónoma en el estudio de ese tipo de materias. Además, su interfaz ha sido desarrollada para que se adapte automáticamente al dispositivo desde el que se visualiza (PC, portátil).

Para facilitar la realización de los ejercicios dispone de un editor CAD 2D propio llamado DibucAD (Figura 1) con todas las herramientas básicas que este tipo de aplicaciones dispone para la representación de dibujos con precisión.

De todos los módulos de los que se compone DIBUTECH, se pueden destacar los siguientes:

- *Módulo de resolución de ejercicios:* A los alumnos se les proponen una serie de ejercicios que deberán resolver utilizando las herramientas de dibujo que les suministra la Plataforma. Una vez terminado el ejercicio, se procede a llamar al módulo de comparación de ejercicios (Figura 2) que les indica mediante colores los aciertos logrados (verde) y los errores cometidos (rojo). Asimismo, les proporciona una nota global del ejercicio y en el caso de no haberlo resuelto correctamente se les ofrece la posibilidad de seguir intentándolo desde el momento inmediatamente anterior a la corrección del mismo.
- *Módulo de entrenamiento:* Los alumnos resuelven los ejercicios con las mismas herramientas que en el módulo anterior pero en este caso DIBUTEC les pedirá evaluar cada paso del procedimiento de construcción del ejercicio. De esta forma se pueden evaluar procedimientos de construcción de los ejercicios.
- *Repositorio de documentos:* Desde este módulo el alumno puede descargar la documentación que el docente ha subido a la Plataforma relacionada con la materia que esté estudiando.
- *Historial de resultados:* El alumno puede descargar un informe actualizado en formato WORD de todos los resultados obtenidos con el uso de DIBUTEC.

Figura 1 Editor CAD

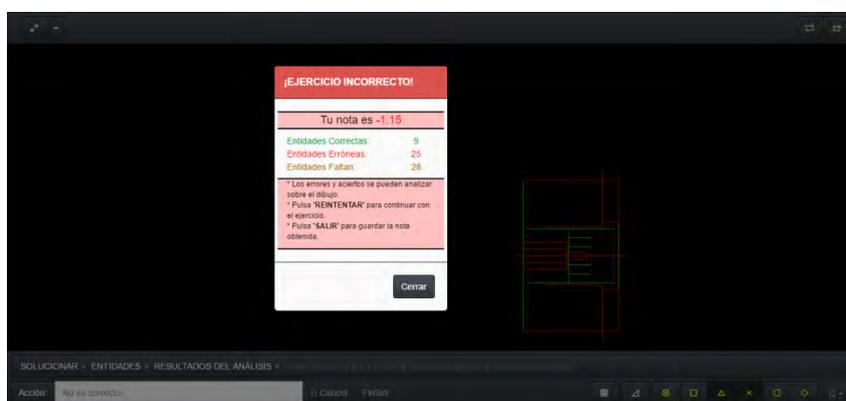


El uso de esta Plataforma también le supone una serie de ventajas al docente. Al pasar a adoptar un rol de orientador le descarga de una de las tareas en las que emplea mayor tiempo (la corrección de ejercicios). Además, la Plataforma dispone de herramientas para el control en tiempo real (Figura 3) del acceso a la misma, de los contenidos propuestos y del

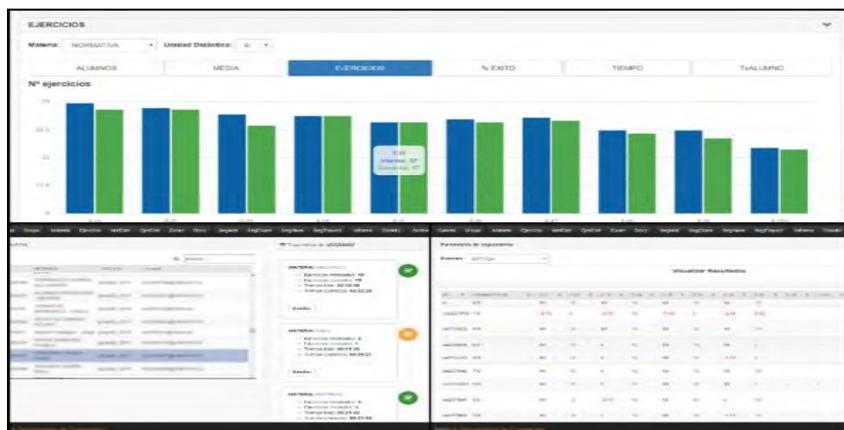
*Pablo Pando Cerra, Javier Gracia Rodríguez, Humberto Fernández Álvarez, Bernardo Busto Parra y Fernando López Gayarre*

trabajo realizado por sus alumnos (cuantos ejercicios se han resuelto, cuando, el tiempo de dedicación, etc.), llegando este control a una profundidad de tal magnitud que el profesor puede analizar en todo momento los pasos que ha realizado un alumno en un determinado ejercicio para su resolución. De esta forma, es posible detectar qué ejercicios les supone mayores esfuerzos de resolución y en qué partes de dichos ejercicios los alumnos encuentran mayores dificultades, lo cual facilita que el profesor pueda posteriormente realizar actualizaciones en dichos ejercicios o incluso orientar los métodos de trabajo de un determinado alumno.

**Figura 2 Corrección de un ejercicio en DIBUTEC**



**Figura 3 Algunas herramientas del administrador de DIBUTEC**



Aunque la Plataforma ha sido inicialmente pensada como mecanismo de aprendizaje en materias del ámbito del Dibujo Técnico, podría adaptarse fácilmente al estudio de cualquier materia que requiriera de una resolución gráfica de los ejercicios planteados. Asimismo, se

está modificando esta Plataforma con el objetivo de que en un futuro próximo sea también posible su utilización desde dispositivos móviles táctiles (Tablet) o incluso se pueda manejar mediante reconocimiento de voz.

¿Cómo se ha integrado la Plataforma dentro de la metodología docente de la asignatura 'Expresión Gráfica'? En esta asignatura, impartida en los Grados de Ingeniería, se decidió dar un cambio metodológico combinando métodos tradicionales de enseñanza con herramientas gráficas interactivas (DIBUTECH).

La integración de los diferentes elementos que intervienen en el nuevo sistema metodológico se hizo de la siguiente manera:

- DIBUTECH se integró plenamente en la parte de la docencia dedicada a la Geometría Descriptiva (Sistema Diédrico, Sistema Acotado y Sistema Axonométrico) y se empleó como herramienta de trabajo no presencial en la parte correspondiente a la representación de vistas y cortes. Acotación, Dibujo de Taller y Conjuntos y Despieces se estudiaron mediante las herramientas tradicionales de enseñanza de esta asignatura.
- Se impartieron 14 clases magistrales de 1 hora de duración en las que se les dio a los alumnos una pincelada de los conocimientos teóricos que necesitaban para la resolución de los ejercicios con DIBUTECH.
- Los alumnos tuvieron 14 horas de sesiones prácticas presenciales (1 por cada hora de teoría) en las que se les propusieron 306 ejercicios sobre las diferentes materias que se abordan con DIBUTECH (Geometría, Sistema Diédrico, Sistema Acotado, Perspectivas isométricas, Representación de Vistas/Cortes y ejercicios de CAD). Durante estas sesiones prácticas, el alumno dispuso de un profesor de apoyo para resolver dudas sobre la realización de los ejercicios propuestos.
- En 14 horas no es posible realizar todos los ejercicios propuestos por lo que el alumno debería seguir trabajando dichos ejercicios fuera de las horas presenciales.
- Una vez concluido el tiempo de dedicación a los contenidos preparados con DIBUTECH, el alumno realizó una prueba final de evaluación (presencial) de esta parte de la materia. Se les presentó una muestra de 8 ejercicios de entre todos los que se les habían propuesto para su resolución (valoración entre 0-10 puntos y 90 minutos de tiempo máximo estimado para la prueba).

## **Resultados**

En esta experiencia han participado 95 alumnos, a los que se les han propuesto un total de 306 ejercicios distribuidos en las siguientes materias: Sistema Diédrico (98 ejercicios), Sistema Acotado (27 ejercicios), Perspectivas Isométricas (45 ejercicios), Representación de Vistas/Cortes (94 ejercicios) y ejercicios de CAD (42 ejercicios). Los resultados obtenidos por los alumnos (número de ejercicios resueltos correctamente y calificación obtenida en la prueba final) se muestran en la Tabla 1.

El primer dato importante que se puede extraer de la información recogida en la Tabla 1 es que el 90% de los alumnos han superado satisfactoriamente esta parte de la asignatura (86 aprobados frente a sólo 9 suspensos). Aunque la nota máxima sólo ha sido alcanzada por siete alumnos, la nota media entre los aprobados ha sido de 7,28 puntos (notable), lo cual indica que el resultado general en la valoración ha sido muy positivo.

Es importante aclarar que no era necesario haber realizado previamente los ejercicios del examen para resolverlos correctamente. Los ejercicios propuestos están preparados para que el alumno trabaje en todos ellos las diferentes herramientas de resolución de esa materia. Por tanto, podía ocurrir que un alumno, conociendo las herramientas que debería utilizar para resolver un determinado ejercicio, haya resuelto por primera vez dicho ejercicio durante la prueba de evaluación. Y así ocurrió en muchos casos tal y como los propios alumnos comentaron una vez finalizada la prueba de evaluación. De todas maneras, esta conclusión fue confirmada tras contrastar los ejercicios correctos realizados en la prueba de evaluación con los ejercicios resueltos por el mismo alumno durante el periodo de aprendizaje (un 26% de los alumnos realizaron algún ejercicio por primera vez durante la prueba de evaluación).

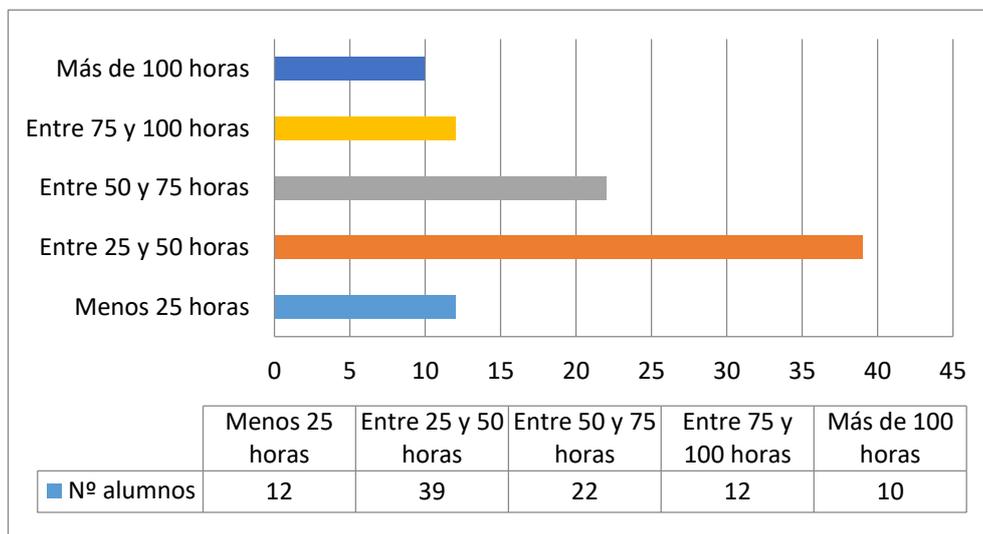
La media de ejercicios correctos realizados por los alumnos ha sido de 153. Este es un valor muy positivo teniendo en cuenta que viene a ser la mitad de los ejercicios propuestos (el total son 305). También es importante destacar que los alumnos dedicaron un total de 5427 horas (Figura 4) a la realización de ejercicios con DIBUTEK y durante todo ese tiempo los docentes de esta asignatura no tuvieron que centrar su esfuerzo en la corrección de ejercicios sino en la orientación y control de los alumnos, lo cual va en beneficio de dichos alumnos puesto que con el uso de esta Plataforma se detectan con más facilidad aquellos casos que no se ajustan al sistema de aprendizaje propuesto.

Finalmente, destacar también que el uso de esta Plataforma supuso un factor adicional de motivación, los propios alumnos podían analizar en tiempo real el progreso que experimentaban, incluso los errores que iban cometiendo durante la realización de cada ejercicio, lo cual les animaba a superar sus propias limitaciones a la hora de resolver aquellos ejercicios en los cuales parecía que tenían más dificultades de realización. Y así parece que ha sucedido a raíz de los resultados obtenidos en esta experiencia.

Tabla 1. Resultados del uso de DIBUTEK

ID	NCorr	Nota									
A1	187	6,25	A25	64	3,75	A49	123	7,5	A73	175	6,25
A2	129	3,75	A26	131	5,0	A50	153	8,75	A74	84	7,5
A3	106	8,75	A27	175	7,5	A51	270	10,0	A75	147	6,25
A4	234	10,0	A28	174	10,0	A52	208	8,75	A76	222	7,5
A5	131	5,0	A29	177	7,5	A53	45	1,25	A77	192	8,75
A6	222	7,5	A30	75	7,5	A54	176	6,25	A78	181	8,75
A7	148	7,5	A31	206	5,0	A55	140	8,75	A79	146	5,0
A8	156	7,5	A32	231	5,0	A56	272	7,5	A80	252	8,75
A9	239	10,0	A33	219	7,5	A57	209	10,0	A81	145	7,5
A10	31	3,75	A34	225	5,0	A58	36	0	A82	128	6,25
A11	71	6,25	A35	218	7,5	A59	137	6,25	A83	111	5,0
A12	138	7,5	A36	136	8,75	A60	162	8,75	A84	237	10,0
A13	190	8,75	A37	156	6,25	A61	34	5,0	A85	201	6,25
A14	75	3,75	A38	152	8,75	A62	177	7,5	A86	145	6,25
A15	162	7,5	A39	176	8,75	A63	206	6,25	A87	125	7,5
A16	192	8,75	A40	123	8,75	A64	11	0	A88	62	5,0
A17	217	10,0	A41	154	7,5	A65	184	6,25	A89	200	6,25
A18	161	5,0	A42	221	7,5	A66	22	0	A90	139	7,5
A19	149	6,25	A43	157	6,25	A67	230	7,5	A91	96	6,25
A20	121	6,25	A44	216	8,75	A68	127	5,0	A92	155	6,25
A21	43	3,75	A45	127	6,25	A69	57	5,0	A93	127	5,0
A22	127	8,75	A46	175	7,5	A70	132	6,25	A94	191	8,75
A23	152	6,25	A47	148	7,5	A71	121	8,75	A95	62	5,0
A24	199	7,5	A48	177	8,75	A72	219	8,75			

Figura 4 Tiempo de dedicación al uso de DIBUTECH por alumno



## Conclusiones

- El uso de las TIC facilita cambios metodológicos en la enseñanza con la intención de que el nuevo modelo de aprendizaje esté centrado en la figura del alumno y en su trabajo personal.
- Con el objetivo de facilitar una transformación de los métodos de enseñanza actuales se ha desarrollado una Plataforma Web que, en un entorno gráfico e interactivo, permita mejorar el auto-aprendizaje del alumno en materias con alto contenido gráfico durante su resolución. La Plataforma combina herramientas de Dibujo Asistido por Computador (CAD), un corrector automatizado de ejercicios y un repositorio de contenidos para que el alumno disponga de todo el material necesario para su trabajo individual.
- Una de las ventajas que supone el uso de este tipo de tecnología es que, al tener un control total del trabajo de cada alumno, permite personalizar procedimientos de enseñanza de acuerdo con sus necesidades particulares. Además, al utilizar un sistema de difusión a través de Internet, esos procedimientos de enseñanza se pueden ajustar a los horarios y disponibilidades del alumno, aspecto en el que estaría más limitado en el caso de las enseñanzas tradicionales donde la presencialidad era prioritaria.
- La inclusión de la Plataforma Web en la enseñanza del Dibujo Técnico ha producido también otro factor positivo: se ha logrado incrementar la motivación de los

alumnos durante su estudio. Esta conclusión puede apoyarse en los comentarios de los propios alumnos durante la realización de la experiencia así como en el resultado obtenido y en el tiempo de dedicación que en términos generales han empleado para su aprendizaje personal.

## **Referencias**

- Cerra, P. P., Gonzalez, J. M. S., Parra, B. B., Ortiz, D. R., Penin, P. I. A. (2014). Can Interactive Web-based CAD Tools Improve the Learning of Engineering Drawing? A Case Study. *Journal of Science Education and Technology*, 23(3), 398-411.
- de la Torre, J., Saorin, J. L., Contero, M., Dorribo-Camba, J. (2013). Interactive Sketching in Multi-Touch Digital Books. A Prototype for Technical Graphics. In 2013 *Ieee Frontiers in Education Conference*.
- Jou, M., Tennyson, R. D., Wang, J. Y., Huang, S. Y. (2016). A study on the usability of E-books and APP in engineering courses: A case study on mechanical drawing. *Computers & Education*, 92-93, 181-193.
- Martin-Gutierrez, J., Trujillo, R. E. N., Acosta-Gonzalez, M. M. (2013). Applying CAD tools in the "project" methodology to enhance learning. In H. F. Odabasi (Ed.), *3rd World Conference on Learning, Teaching and Educational Leadership*, 93, 107-110.
- Tsuei, M. P., Lai, R. T. (2015). Development of an Online Engineering Drawing System to Enhance Junior High School Students' Learning in an Engineering Graphics Course. *International Journal of Engineering Education*, 31(2), 589-596.



## Alumnos más Participativos con el uso de Herramientas de Gamificación y Cooperación

Francisco. J. Suárez<sup>a</sup>, José A. Sánchez<sup>a</sup>, Pelayo Nuño<sup>a</sup>,  
Víctor Corcoba<sup>a</sup>, Juan C. Granda<sup>a</sup>

<sup>a</sup>Departamento de Informática, Campus de Gijón, Universidad de Oviedo  
{fjsuarez, sanchezjose, nunopelayo, corcobavictor, jcgranda}@uniovi.es

---

### **Abstract**

*The implementation of active learning methodologies that encourage the participation of students in the classroom has received great research effort for many years. Nowadays, information technologies are commonly used to support all agents in the teaching-learning process. In this context, an Innovative Teaching Project is being developed to improve the participation of students in the subject Multimedia and Interactive Services within the Degree in Engineering in Technologies and Services of Telecommunication. The project focuses on two aspects: 1) the active attendance to the lectures and classroom practices, and 2) the degree of involvement in the development of group work. To achieve the objectives, gamification and cooperation strategies tools are used. The results of the proposed methodology show a notable increase in both the participation of students and their academic results.*

**Keywords:** *educational innovation, active participation, gamification, collaborative tools, collaborative work.*

---

### **Resumen**

*Desde hace algunos años, la implantación de metodologías activas de aprendizaje que fomenten la participación del alumnado en las aulas ha sido objeto de estudio. Hoy en día, la incorporación de nuevas herramientas que hacen más partícipes a los agentes involucrados en el proceso de enseñanza-aprendizaje es un hecho palpable. En este contexto surgió el Proyecto de Innovación que se está llevando a cabo en la asignatura Servicios Multimedia e Interactivos, del Grado en Ingeniería en Tecnologías y Servicios de Telecomunicación.*

*En el proyecto se pretende mejorar la participación de los alumnos en dos aspectos fundamentales: 1) la asistencia activa a las clases expositivas y de prácticas de aula y 2) el grado de implicación en el desarrollo de los trabajos en grupo. Para conseguir los objetivos planteados se hace uso de estrategias de gamificación y cooperación soportadas por herramientas. Los resultados de la metodología propuesta indican un incremento notable tanto de la participación de los alumnos como de sus resultados académicos.*

**Palabras clave:** *innovación educativa, participación activa, gamificación, herramientas cooperativas, trabajo cooperativo.*

## **Introducción**

Desde hace más de dos décadas, la búsqueda de la aplicación de metodologías participativas en las aulas es un hecho contrastado que se ha fomentado desde diferentes instituciones educativas (Peña & Rubio, 1988). Centrando la mirada en el ámbito universitario, también encontramos evidencias sobre la implicación que tiene la implantación de nuevas metodologías que involucren de forma activa al alumnado en el proceso de enseñanza-aprendizaje (Noguero, 2005).

Las tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC), posibilitan nuevas metodologías que implican a alumnos y profesores en el aula para conseguir que el alumno sea un elemento activo en su propio proceso de aprendizaje. Las expectativas generadas por el uso de este tipo de elementos en las aulas son elevadas (Nussbaum & Rodríguez, 2010).

Un grupo de profesores del Departamento de Informática de la Universidad de Oviedo están desarrollando un Proyecto de Innovación Docente (PID) en el contexto de la asignatura *Servicios Multimedia e Interactivos*, del Grado en Ingeniería en Tecnologías y Servicios de Telecomunicación, durante el segundo semestre del curso 2017-2018 (Suárez et al., 2017). El proyecto surgió como respuesta a dos aspectos de la práctica docente en la asignatura con margen de mejora. Por una parte, la caída sostenida de la asistencia a las clases expositivas y a las prácticas de aula en la asignatura a medida que avanza en curso, llegando a bajar incluso por debajo del 50% a partir de la mitad del curso. La razón de la baja asistencia puede deberse en alguna medida al carácter descriptivo de la asignatura, así como a la existencia de apuntes disponibles para el alumno. Por otra parte, en los trabajos en grupo de la asignatura se dan casos de poca implicación de alguno de los miembros de los grupos en el desarrollo de los trabajos, debido a la falta de comunicación con sus compañeros. El objetivo de este PID será paliar estos problemas mediante la utilización de herramientas de gamificación y cooperación como vía para mejorar los resultados académicos de los alumnos en la asignatura.

El resto de este artículo se estructura como sigue. La siguiente sección presenta el marco teórico de la propuesta, mostrando trabajos previos relacionados con el uso de herramientas de gamificación y cooperación en entornos educativos. A continuación, se describe brevemente la metodología seguida, los recursos empleados y los indicadores de evaluación propuestos. Finalmente, se presentan los resultados iniciales obtenidos y las conclusiones extraídas hasta el momento.

### **Trabajos relacionados**

Como ya se ha comentado anteriormente, el uso de metodologías participativas en el aula es algo que muchas instituciones educativas están intentando implantar. Uniendo esto al uso de las nuevas tecnologías de la información y las comunicaciones, se prevé mayor asistencia y participación de los alumnos en las clases como demuestran algunos estudios relacionados (Fernández-Alemán, García, Montesinos, & Jiménez, 2014) o (Sánchez et al., 2017), que hacen uso de Sistemas de Respuesta en Audiencia (ARS) a través de los teléfonos móviles de los alumnos.

En el proyecto planteado se hace uso de dos tipos de herramientas: herramientas de gamificación (Cortizo Pérez et al., 2011) y herramientas TIC de trabajo cooperativo (Lucero, 2003), quedando patente el potencial que tienen a la hora de poder aplicarlas en las aulas (Díaz Cruzado & Troyano Rodríguez, 2013).

En primer lugar, la gamificación es una técnica de aprendizaje que traslada la mecánica de los juegos al ámbito educativo-profesional con el fin de conseguir mejores resultados, ya sea para interiorizar mejor algunos conocimientos o mejorar alguna habilidad. El modelo de juego realmente funciona porque consigue motivar a los alumnos, desarrollando un mayor compromiso de las personas e incentivando el ánimo de superación. La idea de la Gamificación no es crear un juego, sino aprovechar los sistemas de puntuación-recompensa-objetivo que normalmente componen los mismos, tal como muestra la Figura 1.

Son muchas las instituciones que se suman al uso de este tipo de técnicas en todo el mundo. Un ejemplo claro del uso de técnicas de gamificación es el desarrollado por el Centro Universitario FEI de Brasil (Maia & Graeml, 2015), en el que se emplea la gamificación en asignaturas relacionadas con la informática, proponiendo un juego donde los alumnos tienen que crear y balancear una línea de producción con el objetivo de ser más eficientes que sus competidores. Los resultados mostraron que este tipo de técnica tuvo una repercusión positiva entre los alumnos. Otros estudios muestran la aplicación de la gamificación en una clase de laboratorio (objeto del presente proyecto) en un curso universitario de Ciencias de la Computación en (Frącz, 2015). En este caso, se usaba el concepto de GIT (Sistema Distribuido de Control de Versiones) en el que los alumnos verificaban de forma automática si la tarea que estaban realizando sobre el sistema estaba realizada de forma correcta. Cuando el alumno resolvía las tareas obtenía puntos, creándose un ranking global en el que los alumnos

competían, pero sin repercusión en la calificación final para evitar la tensión y rivalidad directa en clase.

**Figura 1 Técnicas dinámicas en gamificación** (Virginia Gaitán, [www.educativa.com](http://www.educativa.com))



Por otro lado, en el trabajo en equipo, los integrantes de un grupo deben comunicarse entre sí y con el profesor, compartir documentos y editarlos en tiempo real o establecer tareas y asignarlas a cada miembro del grupo. Las herramientas TIC de trabajo cooperativo ofrecen la posibilidad de realizar muchos de estos pasos en cualquier momento y lugar. Estudios como el presentado por L. González et al. (González, Gómez, & Echeverri, 2017) muestran un caso de estudio de la Universidad de Medellín-Colombia en el que describen el uso de herramientas tecnológicas, como el correo electrónico o Facebook, para conseguir una cooperación entre los componentes de sus grupos de trabajo en el aula. El uso de las redes sociales, junto con la potencialidad ofrecida por herramientas como las que podemos observar en la Figura 2, pueden fomentar la cooperación entre alumnos y permitir una mayor participación, fomentando el aprendizaje cooperativo (Chawinga, 2017).

Como vemos, son muchos los estudios realizados para la aplicación de la tecnología con el objetivo de mejorar la participación activa de los alumnos en clase, pero todavía no se ha conseguido que este tipo de metodología vaya más allá de un mero experimento puntual y se convierta en la metodología empleada por los docentes en las aulas de forma regular. Lo que se pretende en primer lugar con el proyecto presentado aquí, es ganar experiencia en el uso de herramientas de gamificación y de trabajo cooperativo en las aulas. De forma general, en el ámbito de las enseñanzas universitarias, y más concretamente en el área de las enseñanzas técnicas, se propone un plan completo, en todos los ámbitos de la asignatura, para que los

estudiantes tengan mayor motivación, acudan a las clases con mayor asiduidad y sean capaces de participar activamente en ellas.

Figura 2 Herramientas TIC cooperativas ([www.aulaplaneta.com](http://www.aulaplaneta.com))



## Metodología

La metodología propuesta para completar el proyecto está basada en 2 objetivos principales:

- Objetivo #1: Conseguir una mayor asistencia activa a las clases, tanto expositivas como prácticas de aula.
- Objetivo #2: Obtener una mayor implicación de los alumnos en los trabajos grupales, evitando desequilibrios notables en las aportaciones de sus miembros.

A continuación, se indican las estrategias para conseguir cada uno de los objetivos.

- Estrategia #1: Uso de una herramienta de gamificación *Kahoot*<sup>1</sup> (Figura 3, izquierda), con la que se plantean preguntas de tipo test a los alumnos similares a las del examen, de modo que se rompa, cada cierto tiempo, la dinámica expositiva de la clase y al mismo tiempo se motive a los alumnos a mantener la atención de cara a tener éxito en el juego. Para ello, se irán acumulando puntuaciones parciales que tendrán repercusión de hasta 1 punto en la calificación final de la asignatura, pero solo una vez aprobada la misma. La Figura 4 muestra un ejemplo de uso de la herramienta durante una clase expositiva.

<sup>1</sup> <http://www.kahoot.com>

*Alumnos más participativos con el uso de herramientas de gamificación y cooperación*

- Estrategia #2: Uso de herramientas cooperativas por parte de los grupos de trabajo para mejorar la comunicación entre sus miembros. La herramienta principal utilizada es *Teams*<sup>2</sup> de Office 365 (Figura 3, derecha), que ofrece un entorno cooperativo para que los estudiantes puedan interactuar y compartir información relativa a proyectos comunes.

**Figura 3 Herramientas Kahoot y Teams**



**Figura 4 Uso de Kahoot en el aula**



Los alumnos deberán hacer uso de las herramientas propuestas desde sus propios dispositivos móviles (*smartphones/tablets/portátiles*). En el caso de la herramienta de gamificación *Kahoot*, deberán además acudir a las clases con dichos dispositivos.

Por último, se diseñó un plan de trabajo para poder alcanzar los objetivos perseguidos a partir de las estrategias planteadas. Podemos resumir el mismo en las siguientes acciones:

Acciones #1:

1. Práctica con *Kahoot* durante la sesión de presentación de la asignatura.
2. Preparación de una hoja de cálculo de las puntuaciones acumuladas por los alumnos participantes en el juego a lo largo del curso.

<sup>2</sup> <https://products.office.com/es-es/microsoft-teams/group-chat-software>

3. Preparación de varias preguntas de examen de tipo test en la herramienta de gamificación para cada sesión expositiva o de prácticas de aula de la asignatura.
4. Planteamiento de las preguntas en cada sesión expositiva o de prácticas de aula (a mitad de la sesión y/o al final) a través de la herramienta y respuesta de los alumnos participantes a través de sus dispositivos móviles. En el caso de las sesiones expositivas se utilizan un total de 40 preguntas en cada mitad de la asignatura, equivalentes a las planteadas en cada examen parcial de teoría.
5. Incorporación de las puntuaciones de cada sesión al documento de puntuaciones acumuladas y publicación actualizada de rankings (de primer parcial, de segundo parcial y general) en el sitio web de la asignatura como factor extra de motivación.
6. Contribución de las puntuaciones acumuladas a un máximo de 1 punto adicional sobre la calificación obtenida en la asignatura, solo después de haber aprobado la misma. Este punto se repartirá entre 0.8 puntos correspondientes a las sesiones expositivas y 0.2 correspondientes a las sesiones de prácticas de aula. Las ponderaciones se realizarán en función de la puntuación máxima alcanzada por un alumno en cada caso.

#### Acciones #2:

1. Presentación de las herramientas cooperativas durante una tutoría grupal de la asignatura.
2. Monitorización de uso de las herramientas durante el desarrollo de los trabajos en grupo.
3. Valoración de la experiencia de uso de las herramientas en la memoria del trabajo.

Para llevar a cabo el plan de trabajo, se asignaron diferentes roles y responsabilidades a los profesores de la asignatura participantes en el proyecto. En la Tabla 1 se muestran dichos roles (lugar de aplicación) y responsabilidades (estrategias de gamificación y/o cooperación grupal).

Tabla 1. Roles y responsabilidades

Profesor	Rol	Responsabilidad
Profesor 1	Clases Expositivas Prácticas de Laboratorio	Gamificación Herramientas Cooperativas
Profesor 2-3	Prácticas de Aula	Gamificación
Profesor 4-5	Prácticas de Laboratorio	Herramientas Cooperativas

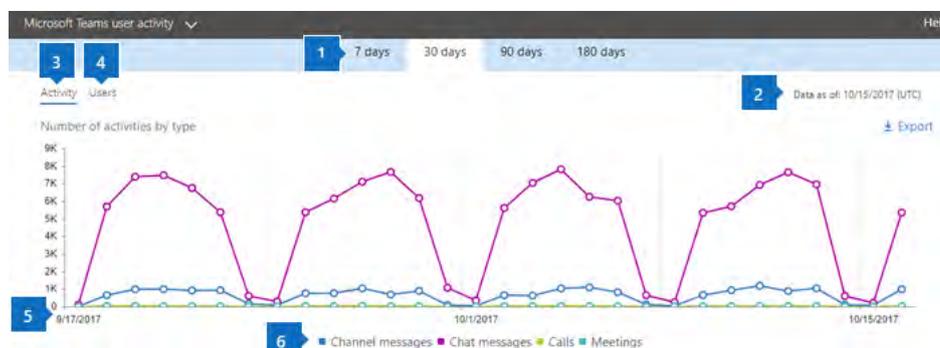
#### Indicadores de evaluación

Los 5 indicadores propuestos para la evaluación del proyecto, junto con su modo de cálculo y sus rangos de valoración se indican en la Tabla 2. Para el cálculo de la métrica 2 se pretende utilizar las métricas de actividad de usuarios en *Teams* mostradas en la Figura 5.

Tabla 2. Indicadores de evaluación

Nº	Indicador	Modo de cálculo	Rangos
1	Asistencia clases	Participación de los alumnos en las actividades de gamificación (%)	Aceptable: > 60% Bueno: > 70% Excelente: > 80%
2	Implicación en trabajo grupo	Desviación típica de uso de las herramientas de cooperación por parte de los alumnos	Aceptable: < 50% Bueno: < 35% Excelente: < 20%
3	Tasa aprobados teoría	Variación del número de aprobados respecto a la media de los 2 cursos anteriores (%)	Aceptable: > 0% Bueno: > 10% Excelente: > 20%
4	Tasa aprobados trabajo grupo	Variación del número de aprobados respecto a la media de los 2 cursos anteriores (%)	Aceptable: > 0% Bueno: > 10% Excelente: > 20%
5	Grado satisfacción alumnos	Encuesta al final del curso	Aceptable: > 4,0 (7) Bueno: > 4,7 (7) Excelente: > 5,5 (7)

Figura 5 Métricas de actividad de usuarios en Teams



## Resultados

Los resultados previstos finales están alineados con el objetivo del PID, es decir, con la mejora de la participación de los alumnos en la asignatura a través de una mayor asistencia activa a las clases y una mayor implicación en los trabajos en grupo. Como efecto de lo anterior, se espera que mejoren los resultados finales en la asignatura con respecto a cursos anteriores.

A la hora de escribir este artículo se han completado todas las sesiones presenciales de la asignatura, se han realizado los dos exámenes parciales de teoría y publicado sus calificaciones, los equipos de alumnos han concluido el desarrollo de su trabajo en grupo y, finalmente,

los alumnos han completado una breve encuesta anónima de satisfacción sobre las implicaciones del proyecto en la asignatura. A continuación, se resumen los resultados obtenidos.

En la Figura 6 se muestra un extracto de la clasificación *Kahoot* final correspondiente a las clases expositivas y publicada en el campus virtual de la Universidad. También se han publicado clasificaciones correspondientes a cada una de las dos partes de la asignatura y a las prácticas de aula. Todas las clasificaciones se actualizaban después de cada clase.

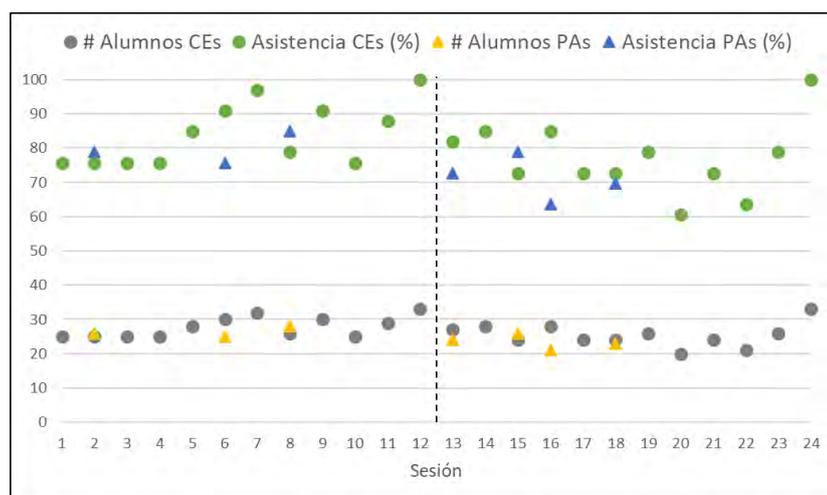
Figura 6 Ejemplo de ranking *Kahoot*

#preguntas: 80  
 puntos = puntuación Kahoot (tiempo de respuesta, aciertos y fallos)  
 bonus = proyección a bonus sobre nota final (máximo 0,8 puntos)  
 #comentario: ;;; Podio final con Alejandro, Paula y Aitor !!!

Rank	UO	bien	mal	puntos	bonus
1	UO25....	67	10	60442	0,80
2	UO25....	67	13	60015	0,79
3	UO25....	67	13	59768	0,79
4	UO25....	65	15	58300	0,77
5	UO25....	65	15	57728	0,76

La Figura 7 muestra la asistencia a las clases expositivas (CEs) y de prácticas de aula, (PAs), facilitada por el uso de *Kahoot*. La línea vertical discontinua separa las dos partes del curso. La asistencia media está en torno al 80% tanto en las CEs como en las PAs. En cursos anteriores la asistencia caía ya por debajo del 50% a partir de mitad de curso. Según el baremo planteado en la tabla de indicadores, el nivel del indicador 1 está entre Bueno y Excelente.

Figura 7 Asistencia a las clases

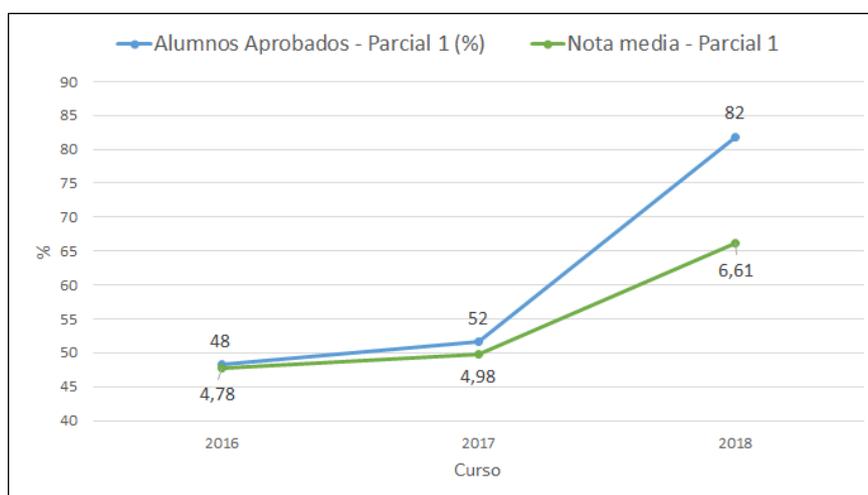


*Alumnos más participativos con el uso de herramientas de gamificación y cooperación*

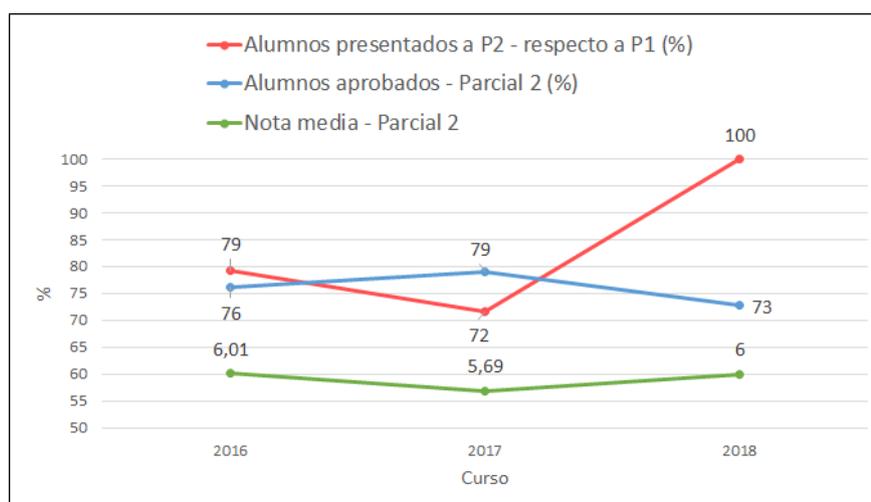
En la Figura 8 se compara la tasa de aprobados y la nota media del primer examen parcial de teoría con las correspondientes a los dos cursos anteriores. La mejora es muy significativa, con un crecimiento del 60% en el número de aprobados y un 32% en la nota media. Según el baremo planteado en la tabla de indicadores, el nivel del indicador 3 es Excelente.

En la Figura 9 se compara la tasa de alumnos presentados al segundo examen parcial respecto a los presentados al primero, así como la tasa de aprobados y nota media, con las correspondientes a los dos cursos anteriores. Aunque en este caso los resultados de aprobados y nota media son similares a los de cursos anteriores, el crecimiento de la tasa de presentados hasta el 100% refleja de nuevo el efecto positivo de la herramienta de gamificación.

**Figura 8 Resultados del primer examen parcial**

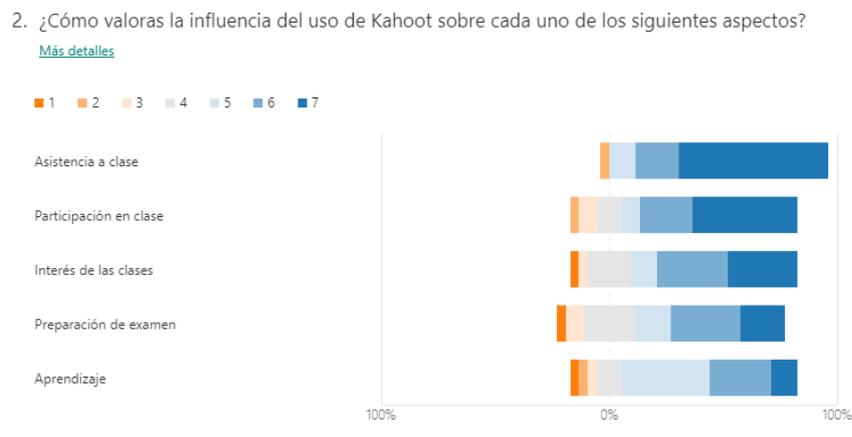


**Figura 9 Resultados del segundo examen parcial**

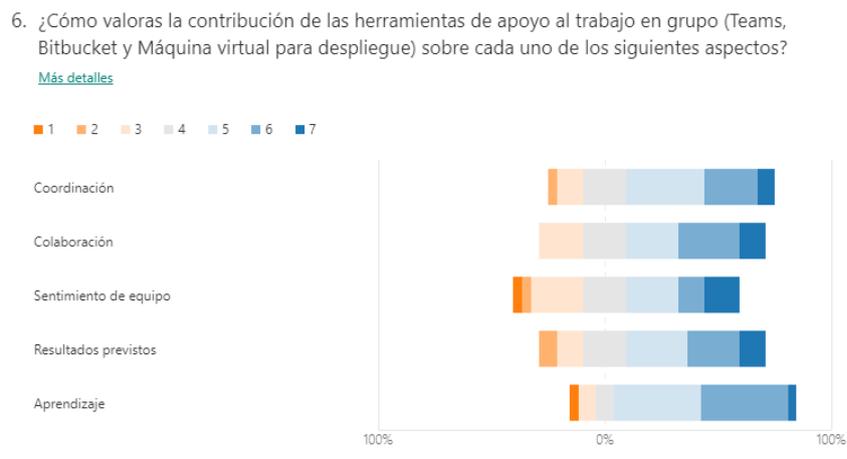


La Figuras 10 y 11 muestran las valoraciones de un total de 26 alumnos (78% de los alumnos que han participado en alguna actividad en la asignatura) sobre el uso de las herramientas utilizadas y sus implicaciones. Se utiliza una escala Likert de 7 niveles, siendo 7 la valoración más alta. El nivel del indicador 5 es Excelente en cuanto a valoración de la influencia del uso de Kahoot sobre asistencia a clase (6,4), participación en clase (5,8) e interés de las clases (5,5), y Bueno sobre preparación para el examen (5,2) y aprendizaje (5,0). El nivel del indicador 5 es además Bueno en cuanto a valoración de la contribución de las herramientas cooperativas sobre aprendizaje (5,1), cooperación (4,9), coordinación (4,8) y resultados previstos (4,8), y Aceptable sobre sentimiento de equipo (4,5). Queda pendiente la valoración de los indicadores 2 y 4 una vez se hayan completado los trabajos en grupo.

**Figura 10 Valoraciones de alumnos sobre la herramienta de gamificación**



**Figura 11 Valoraciones de alumnos sobre las herramientas cooperativas**



## **Conclusiones**

Este artículo presenta el desarrollo y aplicación de un Proyecto de Innovación Docente que plantea la implantación de una metodología participativa para potenciar que los alumnos se involucren en su propio proceso de enseñanza-aprendizaje. Para ello, se hace uso de diferentes herramientas TIC, tales como herramientas de gamificación y herramientas cooperativas. La metodología se está aplicando en la asignatura *Servicios Multimedia e Interactivos*, del Grado en Ingeniería en Tecnologías y Servicios de Telecomunicación de la Univ. de Oviedo.

Los resultados iniciales, después de la primera mitad del curso, indican un aumento muy significativo de la participación de los alumnos en las clases y en las calificaciones obtenidas, así como una buena valoración de las herramientas utilizadas por parte de los alumnos.

## **Agradecimientos**

Trabajo enmarcado en el Proyecto de Innovación Docente PINN-17-A-050, Univ. Oviedo.

## **Referencias**

- Chawinga, W. D. (2017). Taking social media to a university classroom: teaching and learning using Twitter and blogs. *Int. Journal of Educational Technology in Higher Education*, 14(1), 3.
- Cortizo Pérez, J. C., Carrero García, F. M., Monsalve Piqueras, B., Velasco Collado, A., Díaz del Dedo, L. I., & Pérez Martín, J. (2011). Gamificación y Docencia: Lo que la Universidad tiene que aprender de los Videojuegos.
- Díaz Cruzado, J., & Troyano Rodríguez, Y. (2013). El potencial de la gamificación aplicado al ámbito educativo. *III Jornadas de Innovación Docente. Innovación Educativa*.
- Fernández-Alemán, J. L., García, A. B., Montesinos, M. J., & Jiménez, J. J. (2014). Examining the benefits of learning based on an audience response system when confronting emergency situations. *Computers Informatics Nursing*, 32(5), 207–213.
- Frącz, W. (2015). An empirical study inspecting the benefits of gamification applied to university classes. *Computer Science and Electronic Engineering Conference (CEEC)*, pp. 135–139. IEEE.
- González, L., Gómez, M. C., & Echeverri, J. A. (2017). Motivation and Virtual Education in Computer Science: Case Universidad de Medellín. *IEEE Latin America Trans.*, 15(6), 1176–1181.
- Lucero, M. M. (2003). Entre el trabajo cooperativo y el aprendizaje cooperativo. *Revista iberoamericana de Educación*, 33(1), 1–21.
- Maia, R. F., & Graeml, F. R. (2015). Playing and learning with gamification: An in-class concurrent and distributed programming activity. En *Frontiers in Education Conference (FIE), 2015 IEEE* (pp. 1–6). IEEE.
- Noguero, F. L. (2005). *Metodología participativa en la enseñanza universitaria*, Vol. 9. Narcea Ed.
- Nussbaum, M., & Rodríguez, P. (2010). Perspectivas de la inclusión de las TICs en educación y su evaluación en el logro de aprendizajes. En *Conferencia Internacional Impacto de las TIC en Educación* (pp. 23–25).
- Peña, A. O., & Rubio, A. M. (1988). *Metodología participativa en el aula*. Servicio de Publicaciones de la Universidad de Córdoba.
- Sánchez, J. A., Fernández-Alemán, J. L., Nicolás, J., Carrillo, J. M., de Gea, B. M., García-Berná, J. A., & Toval, A. (2017). An Approach for Automated Software Engineering Competence Measurement: Model and Tool. *Int. Journal on Information Technologies & Security*.
- Suárez, F. J., Nuño, P., Corcoba V., Granda, J. C. & Sánchez, J. A. (2017). *Potenciando la participación de los alumnos mediante herramientas de gamificación y cooperación*. Proyecto de innovación docente PINN-17-A-050. Universidad de Oviedo.



## Utilización de prensa online, Campus Virtual y dispositivos móviles para el aprendizaje y aplicación de conceptos económico-empresariales en estudiantes de Ingeniería

Francisco García Pérez<sup>a</sup>, Enrique Loredó Fernández<sup>b</sup>

<sup>a</sup>Universidad de Oviedo, Departamento de Administración de Empresas, fgarcia@uniovi.es, <sup>b</sup>Universidad de Oviedo, Departamento de Administración de Empresas, eloredó@uniovi.es.

---

### **Abstract**

*Based on the use of press news and economic articles, we intend to: 1) motivate and capture the attention of first-year, Industrial Engineering students to the course “Business”, facilitating their understanding of a subject that, ex ante, they may find complex and not particularly interesting; 2) improve students’ oral communication skills in a foreign language (this activity has been developed in English). This activity combines the students’ autonomous work outside the classroom –favoring the use of new technologies (specifically, valuable functionalities of the University of Oviedo’s Virtual Campus), with oral presentations in the classroom (which are videotaped with mobile devices to provide students with feedback).*

**Keywords:** *Autonomous learning; New technologies; Mobile devices; Virtual Campus; Industrial Engineering; Economics and Business.*

---

### **Resumen**

*A través del uso de noticias de prensa y artículos económicos se pretende: 1) motivar y captar la atención de los alumnos de primer curso de Ingeniería de la rama Industrial hacia el estudio de la asignatura “Empresa” y facilitar su comprensión de una materia que, a priori, puede resultarles compleja y no especialmente atractiva; 2) mejorar sus habilidades de comunicación oral en una lengua extranjera (la actividad se ha realizado para la docencia bilingüe). Se combinan actividades autónomas del estudiante fuera del aula – fomentando el uso de las nuevas tecnologías (en particular, de funcionalidades valiosas del Campus Virtual de la Universidad de Oviedo), con presenta-*

*Utilización de prensa online, Campus Virtual y dispositivos móviles para el aprendizaje y aplicación de conceptos económico-empresariales en estudiantes de Ingeniería*

*ciones orales presenciales (grabadas con dispositivos móviles para ofrecerles retroalimentación).*

**Palabras clave:** *Aprendizaje autónomo; Nuevas tecnologías; Dispositivos móviles; Campus Virtual; Ingeniería Industrial; Economía y Empresa.*

## **Introducción**

La actividad realizada se enmarca en la convocatoria de Proyectos de Innovación Docente 2017 de la Universidad de Oviedo. Para dicha convocatoria se presentó (y fue admitido) un Proyecto de Innovación Docente (en adelante, PID) para la asignatura “Empresa”, asignatura de Formación Básica común a los distintos Grados en Ingeniería de la rama Industrial, y encuadrada en el primer cuatrimestre del primer curso de los mismos. Este contexto es relevante con respecto a los objetivos específicos y generales que se plantearon para el PID.

En concreto, un porcentaje mayoritario de los estudiantes que se matriculan en este tipo de Grados han cursado bachillerato en la modalidad de “Ciencias”, por lo que para ellos éste es su primer contacto con la Economía y la Empresa. Esta falta de familiaridad de los estudiantes con los conceptos y terminología propios de la materia puede suponer una barrera que dificulte su comprensión. Este perfil de ingreso en la titulación puede además influir en que, *a priori*, a estos estudiantes les resulte complicado tener una visión clara de la importancia y utilidad de la asignatura (particularmente para su futuro profesional), lo que podría disminuir su interés por ella. Por tanto, resulta relevante realizar actividades que faciliten ese primer contacto de los estudiantes de Ingeniería con el mundo económico-empresarial y fomenten su interés por el mismo. En este contexto, se considera que la realización de actividades en las que se enfatice la aplicación de los diversos conceptos teóricos a la realidad económica y la práctica empresarial puede ser de gran utilidad al respecto, al tiempo que dichas actividades favorecen también la comprensión y fijación de los conceptos propios de la materia.

Además, dado que la asignatura se encuadra en el primer cuatrimestre del primer curso de sus respectivas titulaciones, resulta útil plantear actividades que desde el mismo momento de ingreso en la Universidad faciliten que los nuevos universitarios conozcan y utilicen las herramientas tecnológicas que la Universidad pone a su disposición para facilitar el proceso de aprendizaje. Y ello al tiempo que se fomenta la incorporación de dispositivos y herramientas tecnológicas de uso cotidiano por parte de los estudiantes (como los dispositivos móviles) en dicho proceso de aprendizaje.

Finalmente, también es importante que los estudiantes desarrollen habilidades y competencias de comunicación oral a lo largo de su vida universitaria (tanto generales, como en otras lenguas), pues éstas serán demandadas en un futuro para desenvolverse en un entorno pro-

fesional. Por ello, se considera relevante y apropiado potenciar estos aspectos desde un momento temprano de la vida universitaria de los estudiantes.

Teniendo todo lo anterior en cuenta, con la actividad realizada (descrita en detalle la siguiente sección) se buscaba conseguir los siguientes objetivos.

#### *Objetivos generales*

1. Innovación en el ámbito de la metodología docente mediante la incorporación de herramientas tecnológicas en el proceso de aprendizaje de los estudiantes. Se persigue que los estudiantes hagan uso de alguna de las herramientas más útiles y menos conocidas del Campus Virtual de la Universidad de Oviedo. Asimismo, se plantea una utilización positiva de los dispositivos móviles en el aula.
2. Innovación para el desarrollo de competencias transversales. En concreto, se busca mejorar las competencias de comunicación oral de los estudiantes, desarrollando actividades que potencien la capacidad de los estudiantes para presentar y exponer en público. Asimismo, puesto que el proyecto se plantea para la enseñanza bilingüe, las actividades planteadas persiguen impulsar el uso de las habilidades de comunicación oral en lenguas extranjeras (en concreto, inglés).

#### *Objetivos específicos*

1. Captar la atención y promover el interés de los estudiantes por la asignatura mediante el desarrollo de actividades que la hagan más atractiva e incrementen la motivación.
2. Mejorar la comprensión y facilitar la fijación de los contenidos de la asignatura.
3. Impulsar la capacidad para relacionar y aplicar conceptos teóricos a la realidad económica y la práctica empresarial.

### **Trabajos Relacionados**

La actividad realizada toma como punto partida literatura en distintas áreas de la innovación docente.

Por una parte, tanto los objetivos específicos como el propio desarrollo de la actividad se apoyan en la literatura sobre la motivación y el aprendizaje autónomo de los estudiantes. En primer lugar, el contexto actual de la Educación Superior exige crecientemente al alumnado desarrollar una serie de capacidades que le permitan alcanzar un aprendizaje autónomo. Autores como Hernández *et al.* (2010) recalcan además la necesidad de que el desarrollo de estas habilidades no se demore más allá del comienzo de la vida universitaria. Asimismo, la literatura destaca frecuentemente el vínculo existente entre este tipo de aprendizaje y la motivación del alumnado. Por ejemplo, Álvarez *et al.* (2007) señalan que la motivación de los estudiantes guarda relación con un trabajo más continuado, independiente y autónomo por su parte. Estas mismas autoras, en línea con Alonso (1997), también apuntan a la im-

portancia de captar la atención de los estudiantes y despertar su interés y curiosidad por la materia tratada, por ejemplo, mostrándoles la importancia de los conocimientos que van a adquirir. Finalmente, además de sobre su motivación, el trabajo autónomo de los estudiantes también tiene relevancia en que el aprendizaje que se logre sea significativo. Así, por ejemplo, Beltrán (1993) señala que el estudiante debe participar de manera activa en el proceso, realizando actividades que le ayuden a comprender y asimilar los conocimientos. Todas estas consideraciones son relevantes para la actividad realizada, dado el contexto de la misma; esto es, estudiantes de primer curso, en enseñanzas técnicas, que deben cursar una asignatura, Empresa, alejada de su formación previa y, *a priori*, de sus motivaciones e intereses. Además, como se detallará en la siguiente sección del trabajo, la actividad desarrollada incorpora una parte de trabajo autónomo del estudiante.

Por otra parte, también resulta relevante para la actividad llevada a cabo la literatura que ha analizado la incorporación de las nuevas tecnologías en la docencia universitaria (por ejemplo, Guerra *et al.*, 2010; Martínez y González, 2015) y, particularmente, del Campus Virtual (y plataformas virtuales en general) y de los dispositivos móviles en el aula.

Los Campus Virtuales ofrecen una extensión del aula presencial al aula virtual, lo que permite nuevas formas de aprendizaje autónomo por parte de los estudiantes (Fariña *et al.*, 2013). Entre otros aspectos, permiten ofrecer y compartir información entre docente y estudiantes, así como entre los propios estudiantes (Mansilla *et al.*, 2013). De este modo, el Campus Virtual puede convertirse en una importante herramienta de apoyo en el proceso de aprendizaje. A pesar de su utilidad y de las diversas funcionalidades que incorpora, algunos estudios muestran que los estudiantes todavía utilizan en mayor medida otras plataformas y redes sociales (por ejemplo, Facebook) como principal medio de intercambio de ideas, mientras que el Campus Virtual es usado en mayor medida para consultas relacionadas con la materia propiamente dicha (Mansilla *et al.*, 2013). Tomando esta realidad como punto de partida, con la actividad planteada se pretende promover entre los estudiantes recién ingresados un conocimiento y uso más amplio de las propias herramientas tecnológicas que la Universidad pone su disposición en apoyo de su proceso de aprendizaje; en particular, de los Blogs del Campus Virtual, funcionalidad valiosa, si bien en general poco utilizada (Fariña *et al.*, 2013).

Por último, cabe señalar que la labor docente en general, y la universitaria en particular, no pueden ser ajenas al cambio tecnológico y social que se ha producido en la última década en torno a los teléfonos inteligentes o *smartphones*. En países desarrollados como España, un porcentaje mayoritario de los jóvenes en edad universitaria poseen un teléfono inteligente y/u otros dispositivos móviles, que utilizan extensa y frecuentemente en su vida cotidiana (Shuler *et al.*, 2013). Por ello, el conocido como aprendizaje móvil o *mobile learning* supone uno de los principales retos a los que se enfrenta la educación universitaria en la actualidad, pero también constituye una gran oportunidad de mejora de los procesos de

aprendizaje, abriendo un amplio abanico de posibilidades educativas (González-Fernández y Salcines-Talledo, 2015). Por todo ello, en la actividad desarrollada se busca incorporar la utilización positiva de los dispositivos móviles en el aula como una herramienta que facilite la mejora de las capacidades de los estudiantes. En particular, resulta especialmente interesante para la actividad realizada la inmediatez con que estos dispositivos permiten a los estudiantes obtener información sobre sus fortalezas y limitaciones (González-Fernández y Salcines-Talledo, 2015).

### **Metodología**

En el desarrollo del proyecto de innovación docente aquí presentado se combina el trabajo y aprendizaje autónomo del estudiante fuera del aula, con su participación activa dentro de ella. En ambos casos, la actividad planteada busca fomentar el uso de las herramientas tecnológicas (en particular, el Campus Virtual de la Universidad de Oviedo y los propios dispositivos móviles de los estudiantes) como facilitadores del aprendizaje.

El trabajo autónomo del estudiante consistió en la búsqueda, a través de Internet, de noticias de prensa y/o artículos económicos (en inglés), los cuales debían estar necesariamente relacionados con uno o varios de los distintos temas tratados en la asignatura durante el cuatrimestre. Además, se pidió a los estudiantes que compartiesen dichas noticias y artículos en el Campus Virtual de la asignatura, a través de una publicación en un Blog que se creó a tal efecto.

La participación activa en el aula, por su parte, tuvo lugar en las sesiones presenciales, en las que los estudiantes realizaron una breve presentación oral de las noticias y artículos que previamente habían seleccionado y compartido en el Blog. Las presentaciones fueron grabadas individualmente con los teléfonos móviles de los propios estudiantes con el objetivo de que pudiesen obtener una retroalimentación inmediata de su desempeño en la presentación oral.

A continuación se detalla el plan de trabajo según el cual se desarrolló la actividad:

1. En la primera sesión presencial de la asignatura se explicó a los estudiantes el funcionamiento y organización de la actividad. Estos aspectos se detallaron asimismo en un documento subido al Campus Virtual de la asignatura para facilitar su consulta en cualquier momento y lugar.
2. Desde el mismo comienzo del curso se habilitó un “Blog” en el Campus Virtual de la asignatura para que los estudiantes pudiesen compartir los enlaces a las noticias y/o artículos que individualmente fuesen seleccionando. Puesto que las noticias y artículos debían guardar relación directa con los contenidos de la asignatura, se buscaba así motivarles a realizar un esfuerzo autónomo de comprensión y relación de los conceptos clave de la asignatura con la realidad económica y la práctica empresarial. Las noticias y artículos compartidos en el Blog debían ser visibles por todos los estudiantes matriculados en su mismo

grupo de la asignatura, lo que buscaba facilitar su acceso a una mayor cantidad y variedad de información relevante. Además, los estudiantes debían asignar etiquetas informativas a sus noticias y artículos, de forma que fuese fácil e inmediato identificar con qué tema y contenidos concretos de los abordados en clase guardaban relación, facilitando así su consulta por parte de sus compañeros. Con esta parte de la actividad se buscaba que los estudiantes utilizaran en mayor medida las nuevas tecnologías en general, y el Campus Virtual en particular, como herramientas de aprendizaje.

3. Aquellos estudiantes que subieron noticias al Blog durante el cuatrimestre debían realizar una breve presentación oral de las mismas en el aula, a la que seguiría un turno de preguntas (realizadas principalmente por el profesor, pero también abierto a las intervenciones de otros estudiantes). Aprovechando que las sesiones de tutorías grupales de la asignatura se encuentran agrupadas en una única semana de clase, próxima al final de cuatrimestre, las presentaciones se planificaron durante esas sesiones. Ello permite que los alumnos estén distribuidos en grupos más reducidos y que, por tanto, dispongan de más tiempo individualmente para sus presentaciones y para la interacción con sus compañeros y con el profesor. Las presentaciones (turno de preguntas incluido) fueron grabadas individualmente, utilizando para ello el teléfono móvil del estudiante que realizaba la presentación. Con ello se pretendía que cada estudiante pudiese visionar su propia presentación casi inmediatamente después de la misma y tantas veces como deseara. De este modo se esperaba que el video generado les sirviese de mecanismo de retroalimentación y de mejora de cara a futuras exposiciones orales. Tomada en conjunto, con esta parte de la actividad (exposición oral, respuesta a preguntas y visionado del video de la presentación) se buscaba que el estudiante potencie sus habilidades para la comunicación y exposición oral en general y particularmente en idioma inglés.

4. Finalizada la actividad, se distribuyó un cuestionario a los estudiantes que habían participado en la misma. En él se les pedía que valorasen, de forma completamente anónima, su grado de acuerdo o desacuerdo con varias afirmaciones que pretenden medir el grado de cumplimiento de los algunos de los objetivos de la actividad. Además, se destinó un espacio del cuestionario para que los estudiantes pudiesen realizar otras sugerencias y/o comentarios cualitativos sobre el contenido y desarrollo de la actividad. El cuestionario se recogió unos días después que se realizasen las presentaciones orales. Los resultados agregados de este cuestionario, junto con indicadores adicionales del grado de cumplimiento de los objetivos de la actividad, se presentan a continuación.

## **Resultados**

La medición de los resultados obtenidos constituye una parte fundamental de cualquier actividad de innovación docente, pues permite valorar con mayor precisión el grado de cumplimiento de los objetivos planteados para la misma, así como disponer de información

en base a la que tomar decisiones de mejora para el futuro. En esta sección se presentan los principales resultados de la actividad realizada y descrita anteriormente.

En la Tabla 1 se presentan estadísticas descriptivas referentes a la participación de los estudiantes en la actividad y al uso de la herramienta Blog del Campus Virtual de la Universidad de Oviedo, en la que debían colgar sus noticias o artículos. Las cifras recogidas en la Tabla 1 se han extraído, fundamentalmente, de los informes de uso y participación del propio Campus Virtual de la asignatura.

Tabla 1. Uso de la herramienta Blog del Campus Virtual de la asignatura

Número de...	Total
<b>Estudiantes matriculados</b>	54
<b>Estudiantes que accedieron al Blog al menos una vez</b>	49
<b>Estudiantes que compartieron noticias y artículos en el Blog</b>	41
<b>Estudiantes que realizaron la presentación oral en el aula</b>	40
<b>Visitas totales al Blog</b>	478

Fuente: Elaboración propia.

De la Tabla 1 se desprende que de los 54 estudiantes matriculados en este grupo de la asignatura, 41 (esto es, un 76%) compartieron noticias y artículos en el Blog y, de estos, 40 además realizaron la presentación oral en las sesiones presenciales dedicadas a tal efecto. Además, si bien no tomaron parte en la actividad, otros 8 alumnos accedieron al Blog al menos una vez durante el cuatrimestre, para completar un total de 49 estudiantes que lo visitaron. Por tanto, la información generada en la actividad fue consultada en alguna ocasión por casi un 91% de los matriculados. Además, el número total de visitas al Blog alcanza las 478, por lo que, en promedio, cada estudiante de los 49 que lo visitaron lo hizo en casi 10 ocasiones. Estas cifras apoyan la idea de que la actividad planteada ha servido para facilitar el acceso a una importante cantidad de información por parte de los estudiantes que, potencialmente, les ha podido resultar útil para comprender mejor los conceptos de la asignatura y para relacionar la teoría explicada en clase con la realidad económico-empresarial.

En la Tabla 2, por su parte, se muestran los resultados del cuestionario distribuido a los estudiantes para que valorasen la actividad. De forma individual y anónima, estos debían puntuar, en una escala de 1 a 10, cada una de las cinco afirmaciones que se reproducen en la Tabla 2. La valoración debía realizarse teniendo en cuenta que un 1 indica la puntuación mínima y un 10 la puntuación máxima. En la Tabla 2 se recoge el promedio obtenido para

cada afirmación, sobre un total de 32 respuestas obtenidas, lo que supone una tasa de respuesta del 80%.

**Tabla 2. Encuesta de valoración de la actividad (puntuaciones medias en una escala de 1 a 10)**

En una escala de 1 a 10, indica en qué medida la actividad planteada...	Media (n=32)
<b>1. Te ha ayudado a comprender mejor los contenidos de la asignatura</b>	7,81
<b>2. Te ha ayudado a relacionar la teoría explicada en clase con la práctica económica y empresarial</b>	8,44
<b>3. Ha contribuido a despertar tu interés por la asignatura Empresa</b>	7,94
<b>4. Ha contribuido a mejorar tus habilidades de comunicación oral en inglés</b>	7,66
<b>5. La grabación y visionado de un video de tu presentación ha contribuido a mejorar tus habilidades de presentación oral (por ejemplo, ayudándote a descubrir áreas de mejora)</b>	7,41
<b>Global</b>	7,85

Fuente: Elaboración propia.

Las cifras recogidas en la Tabla 2 reflejan, en general, una valoración positiva o muy positiva por parte de los estudiantes de la actividad realizada. En todos los casos la puntuación media es superior a 7 puntos y en la mayoría de ellos ésta ronda los 8 puntos, superándola en la pregunta 2 (8,44 puntos).

De las puntuaciones anteriores se desprende, asimismo, que los estudiantes perciben que esta actividad ha contribuido en mayor medida a facilitar su comprensión de la materia (7,81 puntos), ayudándoles a relacionar la teoría explicada en el aula con la realidad económica y la práctica empresarial (8,44 puntos). Además, ha despertado su interés (7,94 puntos) por una materia que, *a priori*, cabría esperar que les resultase poco atractiva y relativamente compleja, dada su formación previa y el perfil eminentemente técnico de los Grados en Ingeniería en los que se encuentran matriculados.

En cuanto a las dos afirmaciones restantes del cuestionario, si bien la valoración de los estudiantes sigue siendo positiva, ésta resulta ligeramente más reducida. Las puntuaciones obtenidas en las preguntas 4 y 5 están en el entorno de los 7,5 puntos. Esto indica que los estudiantes perciben que la actividad ha contribuido positivamente a mejorar sus habilidad de comunicación en lengua inglesa (7,66 puntos) y de presentación oral (7,41 puntos), si bien no en la misma medida que lo ha hecho a su interés y comprensión de la materia y de sus implicaciones prácticas.

En conjunto, las puntuaciones obtenidas permiten estar satisfecho con el grado de cumplimiento de los objetivos planteados para la actividad realizada. De hecho, si se hace la media de puntuaciones para las cinco preguntas realizadas, se obtiene una valoración global de la actividad de 7,85 puntos, puntuación que es razonablemente elevada.

Si bien los resultados obtenidos de la encuesta a los estudiantes son positivos, estos se basan exclusivamente en sus propias percepciones. Por tanto, en la medida de lo posible, se ha buscado complementar esos indicadores de resultados con otros más objetivos. En concreto, se han utilizado las cifras de rendimiento de los estudiantes en la asignatura como complemento a sus valoraciones sobre el efecto de la actividad en la comprensión de la materia<sup>1</sup>. A este respecto, en la Tabla 3 se muestra el porcentaje de estudiantes que han participado y no en la actividad, cruzado con el porcentaje de estudiantes que han superado y no han superado el curso.

**Tabla 3. Rendimiento de los estudiantes y participación en la actividad**

Estudiantes que...	Han superado el curso	No han superado el curso
<b>Han participado en la actividad</b>	87,50%	12,50%
<b>No han participado en la actividad</b>	75%	25%

Fuente: Elaboración propia.

Como se puede observar en la Tabla 3, un 87,5% de los estudiantes que participaron en la actividad completa (Blog más presentación oral) superó el curso en la convocatoria de enero, mientras que un 12,5% no lo hizo. En cuanto a los estudiantes que no participaron en la actividad, un 75% superó el curso en la convocatoria de enero, mientras que un 25% no lo hizo. Estas cifras muestran que el tasa de éxito es un 12,5% superior entre los estudiantes que han realizado la actividad frente a los que no la han realizado (87,5% vs. 75%, respectivamente). Además, si se tiene en cuenta como participante en la actividad al estudiante que subió la noticia al Blog pero que finalmente no realizó la exposición oral, esa diferencia porcentual entre quienes participaron en la actividad y quienes no lo hicieron se incrementa ligeramente hasta un 15,07% (87,80% vs. 72,73%, respectivamente). De manera similar, si los porcentajes anteriores se recalculan incluyendo en el grupo de quienes no han superado la asignatura a los dos únicos estudiantes que no se presentaron al examen en la primera convocatoria del curso (los cuales tampoco participaron en la actividad), la diferencia por-

<sup>1</sup> El cuestionario de valoración se distribuyó y recogió antes de la realización del examen final y con carácter previo a la publicación de las calificaciones globales de evaluación continua (de las que esta actividad formaba parte). En consecuencia, se puede descartar que las percepciones de los estudiantes y, por tanto, sus respuestas al cuestionario se hayan visto influenciadas por sus propias calificaciones en la asignatura.

centual se acentúa aún en mayor medida hasta alcanzar un 23,51% (87,80% vs. 64,29%, respectivamente).

Si bien no es posible establecer una relación de causalidad entre participación en la actividad y rendimiento en la asignatura en base exclusivamente a estadísticas descriptivas y sin controlar otros factores que pueden influir tanto en la tasa de rendimiento como en la participación en la actividad, no obstante, las cifras anteriores parecen ir en la misma línea que los resultados de la encuesta realizada a los estudiantes. Es decir, las estadísticas de rendimiento anteriores refuerzan la percepción de los estudiantes sobre el papel de la actividad realizada como facilitadora e impulsora de una mejor comprensión y aprendizaje de la materia.

### **Conclusiones**

La actividad que se describe en este documento se enmarca dentro de la convocatoria de Proyectos de Innovación Docente 2017 de la Universidad de Oviedo. Como objetivos principales, esta actividad buscaba motivar y facilitar el aprendizaje de la asignatura “Empresa” por parte de los estudiantes de primer curso de los Grados en Ingeniería de la rama Industrial, así como potenciar sus habilidades de comunicación oral en inglés, principal lengua de negocios en la actualidad. Y todo ello fomentando el uso de herramientas tecnológicas y dispositivos móviles.

El desarrollo de la actividad ha resultado muy positivo, tanto a nivel de cumplimiento de los objetivos planteados, como a nivel de satisfacción con el trabajo desarrollado por los estudiantes.

Por una parte, los resultados de la encuesta realizada a los estudiantes muestran que estos valoran muy positivamente la contribución que ha tenido en su nivel de interés hacia la asignatura y como facilitador de su comprensión de la misma, ayudándoles a relacionar la teoría con la realidad económico-empresarial. Las cifras de rendimiento del alumnado en la asignatura parecen refrendar estas percepciones. En conjunto, estos resultados parecen indicar que una adecuada combinación de actividades y herramientas para la docencia puede influir positivamente en la motivación de los estudiantes y en su aprendizaje. En el caso concreto del proyecto de innovación descrito, el trabajo autónomo del estudiante fuera del aula, complementado con actividades relacionadas dentro de la misma, y todo ello apoyado en las nuevas tecnologías, parece haber tenido un impacto positivo en estas dimensiones.

Por otra parte, la percepción de los estudiantes sobre el grado en que la actividad realizada ha contribuido a la mejora de sus habilidades de comunicación y de presentación oral en inglés también es positiva, si bien en inferior medida que para su aprendizaje. Por tanto, éste es un área de mejora de la actividad en la que trabajar en cursos venideros. Por ejemplo, cabe preguntarse si la utilización de dispositivos móviles en el aula resulta por sí misma suficiente para proporcionar *feedback* a los estudiantes o si sería adecuado complemen-

tar su utilización con otras herramientas y/o actividades (por ejemplo, sesiones presenciales de retroalimentación individual o grupal).

Finalmente, cabría destacar que actividades de innovación docente como la que se ha puesto en práctica u otras similares, parecen también contribuir a una mayor satisfacción del alumnado con la docencia recibida. Valga como ejemplo uno de los comentarios anónimos que se recibieron en la encuesta realizada: “La idea de esta actividad ha resultado útil, ya que nos damos cuenta de que todo lo que hemos estudiado tiene relación directa con el mundo empresarial y yo esto lo agradezco”. Como docente, ver que estas actividades funcionan y son recibidas positivamente por los estudiantes, también contribuye a incrementar la satisfacción con la labor realizada y a reforzar el compromiso de mejora para cursos futuros.

## Referencias

- Alonso, J. (1997). *Motivar para el aprendizaje. Teoría y estrategias*. Ed. Edebé. Barcelona. 168 pp.
- Álvarez, B., Mieres, C., Rodríguez, N. (2007). La motivación y los métodos de evaluación como variables fundamentales para estimular el aprendizaje autónomo. *Revista de Docencia Universitaria*, 1 (2), 67-78.
- Beltrán, J.A. (1993). *Procesos, estrategias y técnicas de aprendizaje*. Ed. Síntesis. Madrid. 384 pp.
- Fariña, E., González, C., Area, M. (2013). ¿Qué uso hacen de las aulas virtuales los docentes universitarios?. *Revista de Educación a Distancia*, 35, 23-35.
- González-Fernández, N., Salcines-Talledo, I. (2015). El Smartphone en los procesos de enseñanza-aprendizaje-evaluación en Educación Superior. Percepciones de docentes y estudiantes. *RELIEVE*, 21 (2), 95-114.
- Guerra, S., González, N., García, R. (2010). Utilización de las TIC por el profesorado universitario como recurso didáctico. *Comunicar*, 18 (35), 141-148.
- Hernández, F., Rosário, P., Cuesta, J. D. (2010). Impacto de un programa de autorregulación del aprendizaje en estudiantes de Grado. *Revista de Educación*, 353, 571-588.
- Mansilla, D. S., Muscia, G. C., Ugliarolo, E. A. (2013). Campus Virtual y Facebook en el ámbito universitario. ¿Enemigos o aliados en los procesos de enseñanza y aprendizaje?. *Educación Química*, 24 (2), 255-259.
- Martínez, F., González, J. (2015). Uso y apropiación de las Tecnologías de la Información y la Comunicación por parte de los docentes en las facultades de ingeniería. *Redes de Ingeniería*, 6 (1), 6-24.
- Shuler, C., Winters, N., West, M. (2013). *El futuro del aprendizaje móvil: implicaciones para la planificación y la formulación de políticas*. Ed. UNESCO, París. 49 pp.



## El rol de la práctica de campo en la clase inversa. Caso práctico sobre el diseño de Productos para la Smartcity en el contexto del Jardín del Túría

Marina Puyuelo Cazorla<sup>a</sup>, Lola Merino Sanjuán<sup>b</sup> y Mónica Val Fiel<sup>c</sup>

<sup>a</sup>Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño UPV [mapuca@ega.upv.es](mailto:mapuca@ega.upv.es), <sup>b</sup>Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño UPV [mamesan@ega.upv.es](mailto:mamesan@ega.upv.es), <sup>c</sup>Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño UPV [movalfie@ega.upv.es](mailto:movalfie@ega.upv.es)

---

### ***Abstract Times New Roman 11***

*For the third year in a row we have been working with the methodology of the flipped class in the fourth year course "Design of Detail in Elements of Street Furniture" of the Degree of Engineering in Industrial Design and Product's Development. In this course, the object of the design project was not defined and only the scenario or context of the same one was given. This environment has been the Turia Gardens in Valencia, which is a place characterized by the variety of activities and the users' concentration that every day meets there. This paper presents the main role of the fieldwork made by the students to develop their own criteria and on these basis, be able to define their design project. So the core of this flipped class has been the student's previous research, based on the fieldwork at different areas of this environment. This part was complemented with the development of an interview that was passed personally "in situ" and across google. Afterwards, an individual approximation has been realized from the design thinking to the concept of the smartcity and possible applications in this context to resolve or to improve particular needs. Finally, from the analysis of the obtained information and their own interests, the student has defined the topic of his project facing diverse questions that have led interesting results.*

**Keywords:** *Flipped teaching, fieldwork practice, public space, design, Smartcity.*

---

### **Resumen**

*Por tercer año consecutivo se ha trabajado con la metodología de la clase inversa en la docencia de la asignatura de 4º curso “Diseño de Detalle en Elementos de Mobiliario Urbano” del Grado de Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo de Productos. En este curso se ha dejado abierto el objeto del proyecto y únicamente se ha concretado el escenario o contexto del mismo. Este entorno ha sido el Jardín del Túrria de Valencia, un lugar caracterizado por la variedad de actividades y la concentración de usuarios que se dan cita diariamente en este enclave. El núcleo de la investigación previa se ha fundamentado en el trabajo de campo del grupo en distintas áreas de este entorno y el desarrollo y puesta en común de una encuesta que se ha pasado personalmente “in situ” y a través de google. A continuación, se ha realizado una aproximación individual desde el “design thinking” al concepto de la “smartcity” y su posible aplicación en este contexto para resolver o mejorar aspectos concretos. A partir del análisis de los datos obtenidos y de los intereses propios, el estudiante ha realizado el planteamiento de su proyecto enfrentándose a cuestiones diversas y obteniendo interesantes resultados.*

**Palabras clave:** *clase inversa, práctica de campo, espacio público, diseño, Smartcity.*

### **Introducción**

El diseño de los espacios públicos ha de dar respuesta a las necesidades de las personas que lo dinamizan incrementando su calidad. En esta dirección el estudio y análisis del entorno permiten conocer las relaciones función/forma/estructura poniendo de manifiesto qué aspectos hay que mejorar para activar sinergias que favorezcan su comprensión por el público de “a pie” y una mayor participación.

Las prácticas de trabajo de campo, son aquellas actividades que se definen como métodos de investigación y análisis realizados fuera de las aulas o de los laboratorios, sobre el terreno, en el lugar en el que se producen y desarrollan los acontecimientos.

Por lo general, este tipo de prácticas constituyen un método experimental que permite recabar datos específicos de situaciones concretas, que conducen a soluciones a preguntas o a situaciones definidas que no se pueden reproducir en un taller/laboratorio. Su principal característica es que se actúa donde se dan las incidencias y se utilizan formas de proceder distintas de las que se emplean en el aula o en los laboratorios (Merino y Puyuelo, 2015). El uso de esta herramienta de trabajo ha sido tradicionalmente, de gran aplicación en el ámbito de las

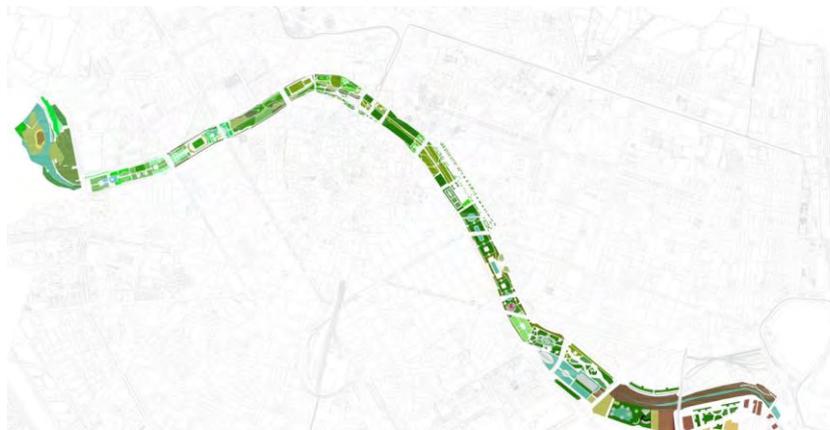
ciencias naturales y de las ciencias sociales donde se conciben como una estrategia de enseñanza que permite relacionar la teoría con la práctica y favorecer el aprendizaje de contenidos y ejemplos, en base a una fuente de información directa y contextualizada. (Del Carmen y Pedrinaci, 1997).

El trabajo de campo debe ser considerado como fuente de conocimiento en sí mismo y no tiene como objetivo la aplicación directa de conceptos teóricos. El estudiante extrae de su experiencia práctica, un conocimiento que el marco teórico no puede dar y que es el resultado de su encuentro personal con el ámbito de experimentación; *“La elaboración y sistematización del material extraído de ese encuentro personal con la realidad constituye el conocimiento profesional que se deriva de la práctica.”* (Serrano y Ramírez, 1989).

Como hemos venido experimentando en esta asignatura, aplicar esta metodología en el ámbito del diseño de productos para el acondicionamiento del espacio público y al uso por parte de colectividades indeterminadas, proporciona a los alumnos un conocimiento directo de los criterios de aceptación y rechazo que manifiesta el usuario frente a estos elementos. También toma conciencia de la incidencia y la complicidad que adquiere esta tipología de productos en el uso y el disfrute del espacio público por parte del ciudadano (Quintana, 1996). La principal innovación que conlleva esta metodología es que proporciona al alumno un aprendizaje ubicuo, que le implica en la búsqueda permanente de soluciones efectivas, que se puedan implementar en nuevos productos o servicios. Ésto en última instancia, puede revertir en la mejora de la calidad del espacio público y las relaciones sociales entre las personas.

Por lo que respecta al entorno propuesto, el Jardín del Túria, constituye un eje vertebrador de la ciudad de Valencia de más de 12 km de recorrido, que asume múltiples funciones tales como ser una vía de movilidad sostenible, ofrecer un recorrido turístico cultural, un espacio de ocio, deporte y naturaleza.

**Figura 1 El jardín del Túria en la ciudad de Valencia, es un entorno destinado íntegramente al uso y disfrute de los ciudadanos**



## **Trabajos Relacionados y Objetivos**

Se recogen en este apartado aspectos que caracterizan el modelo de la clase inversa, la metodología de las prácticas de campo y otros estudios previos relativos a este contexto como entorno de la *Smartcity* (Puyuelo M., Merino L. y Val M., 2017).

Recogiendo la descripción que realiza la UPV, la clase Inversa (2017, ASIC), este modelo se basa en una pedagogía 2.0, caracterizada por las premisas de tomar el alumno como centro del proceso y por tanto, autor y creador de contenido; la filosofía y herramientas son propias de la web 2.0: el contexto es la tecnología (redes sociales, web 2.0, móviles...) que nos sirve de ayuda y hace que el alumno se sienta cómodo y motivado, las metodologías didácticas ponen énfasis en la personalización del aprendizaje y se busca la cooperación y colaboración en el trabajo en red.

Como en cursos anteriores, el alumno dispone de los contenidos teóricos en forma de *Objetos de Aprendizaje*, lecturas y presentaciones *on line*, que puede visionar cuantas veces precise para su estudio, comprensión o asimilación. Paralelamente se le solicitan una serie de Tareas/Actividades que han de preparar antes de la clase, que le ayudan a asentar, comprender y aplicar los conceptos fundamentales que se estén tratando.

En el aula se comparten las actividades en función de las necesidades del grupo y se sintetizan contenidos en colaboración con los compañeros que pasan a formar parte del material disponible en la asignatura en forma de *Boletines temáticos* centrados en las distintas cuestiones que se tratan en estas sesiones de puesta en común. Estas cuestiones son el concepto de *Smartcity*, incongruencias del espacio público, el enfoque de la ingeniería verde en el diseño y la gestión urbana y el estudio de casos de usabilidad de productos y servicios (Puyuelo y otros, 2017). Al alumno se le exige participar en este diálogo semanal con una reflexión propia que forma parte de un aprendizaje grupal, integrado y significativo.

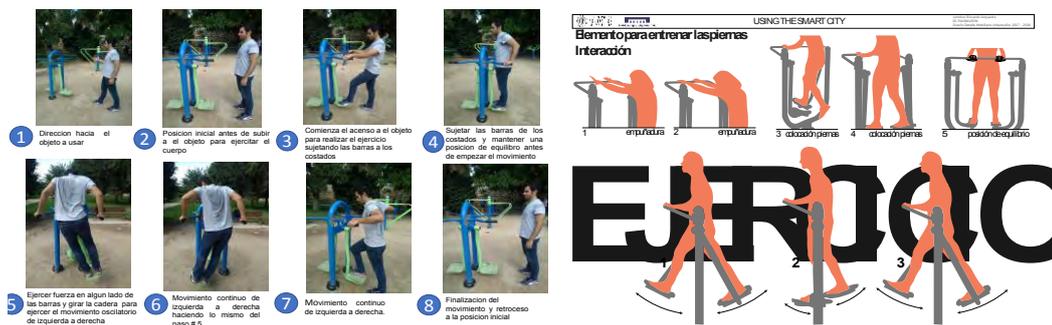
Como se ha apuntado en trabajos anteriores, los objetivos que se plantean con la realización de las prácticas de campo en el espacio público (Merino L y otros, 2013) son principalmente: la observación de los factores de diseño que determinan su configuración y su habitabilidad, la experimentación personal, la apreciación del proyecto y su incidencia en la calidad de vida de los individuos y la sociedad. Paralelamente confluyen en estas experiencias la posibilidad de comprender distintas cuestiones como la apropiación y la identificación de los usuarios con espacios públicos particulares y también, observar ejemplos de buenas prácticas así como los puntos fuertes y débiles de los proyectos implementados.

Los objetivos específicos de las distintas tareas que el estudiante ha de llevar a cabo para realizar su proyecto y que se plantean con la metodología de la *Práctica de Campo* son :

- Observación y toma de datos en detalle del área de intervención.
- Realización de mapas de zonificación, áreas de actividades y circulaciones.

- Observación y descripción gráfica y textual de cuestiones de usabilidad de espacios y elementos de equipamiento.
- Determinar y argumentar el objeto del proyecto de diseño a desarrollar.

**Figura 2 Distintos tipos de Análisis de Casos de Usabilidad de elementos deportivos de uso público.**  
Autores Cristian Corte y Ricardo Acquadro



Otros proyectos de diseño relacionados con el tema de la *Smartcity* desarrollados en el contexto de esta asignatura muestran las investigaciones que se vienen llevando a cabo en la asignatura y la calidad de los resultados. Como ejemplo del curso 2016-17, el proyecto ECO-Cabin de la alumna Greta Giulineti fue presentado como *Tesi di Laurea* en la Università *La Sapienza* de Roma y fue galardonado con el *Premio Lazio Creativo* de diseño en la categoría de *Nuove tecnologie* (Greta Giulineti, 2017).

### Materiales y Metodología

Los materiales de base para el desarrollo de la asignatura han sido elaborados según los criterios determinados por la UPV en forma de 24 Objetos de Aprendizaje: 14 Artículos Docentes y 10 Polimedias ilustrados, todos de autocontenidos, focalizados en una temática concreta y con una duración no superior en el caso del material audiovisual, a 12 minutos. Todos se encuentran disponibles en abierto en el repositorio institucional de la UPV ([www.riunet.es](http://www.riunet.es)).

Las tareas a realizar se encuentran en la plataforma de la asignatura y tienen como objetivo guiar al estudiante en el desarrollo de su trabajo práctico. Tras las sesiones presenciales algunos alumnos se hacen reponsables de elaborar un boletín resumen de los contenidos trabajados y aportados por el grupo en clase, consensuando el contenido en base a la información

*El rol de la práctica de campo en la clase inversa.*

*Caso práctico sobre el diseño de Productos para la Smartcity en el contexto del Jardín del Túrria*

más relevante aportada. Dicho boletín se sube semanalmente al espacio compartido de la asignatura y queda a disposición del grupo para su consulta.

Es importante destacar el empleo de la herramienta *Turnitin-Antiplagio* disponible en la plataforma de la UPV, que permite mostrar al estudiante que ha de fundamentar su discurso sin reproducir de modo sistemático y mecánico textos existentes en la web.

La metodología que se ha implementado para fundamentar el tema del proyecto de diseño en el que se centra la asignatura, es la investigación que se ha desarrollado a través de dos instrumentos: la realización de prácticas de campo en el entorno seleccionado, y el desarrollo y pase de encuestas *in situ* y *on line*.

Para la realización de la Práctica de Campo el estudiante ha de visualizar previamente el Objeto de Aprendizaje en formato Polimedia “*La práctica de campo en el análisis del contexto de los elementos urbanos*” específico que apoya esta idea (<https://polimedia.upv.es/visor/?id=df548e32-5231-db45-ac52-ae33f66bc770>) y el catálogo disponible en la asignatura de entornos urbanos con más de 50 ejemplos. Para su elaboración se establecen unos parámetros comunes que actúan como premisas para organizar el análisis, la observación y la presentación de los mismos, de tal modo que finalmente, se generan documentos de gran interés analítico y visual.

La metodología de la práctica de campo que se propone en la asignatura tiene como objetivos generales los siguientes:

Extraer información del entorno a partir de la experiencia y la toma de datos *in situ*, de un área de este extenso parque urbano.

Desarrollar la observación a distintos niveles. Estudiar por una parte, aspectos generales tales como el emplazamiento del área seleccionada, su configuración general, los usos del lugar, la accesibilidad etc. Por otro, los elementos de mobiliario urbano y servicios que incorpora, sus características, materiales y relación con el entorno, su estado de conservación, etc. Realizar croquis generales, tomar fotografías, notas y mediciones de los distintos elementos, su distribución en el entorno, así como su relación con las circulaciones que se establecen en el mismo. Se valora la realización de croquis “*in situ*” y su empleo en la presentación del ejercicio.

Practicar la síntesis y la comunicación visual a través del diseño de un informe de carácter gráfico en el que se combinan y componen los datos obtenidos.

El estudiante ha de visitar el entorno especificado para estudiarlo siguiendo la metodología propuesta y desarrollar un análisis que ha de presentar en 2 documentos en formato A3. El primero ha de mostrar las conclusiones generales derivadas de la observación realizada, incluyendo sus croquis, imágenes y valoraciones fundamentadas. El segundo recoge una

casuística particular en la que los elementos y su empleo han de ser los protagonistas y en el que las problemáticas encontradas pueden contribuir a orientar su proyecto.

**Figura 3 Práctica de Campo Tramo 7 del Jardín del Túria de la ciudad de Valencia. Se detallan los recorridos y la dificultad de articularlos. Autor Francesc Vaquer**



Estas prácticas se tutorizan en distintas sesiones de clase y, una vez finalizadas, el alumno ha de exponerlas en clase en una sesión abierta al debate que resulta muy enriquecedora para el grupo.

Paralelamente, se ha desarrollado en grupo en el aula y a través de la plataforma de clase, un cuestionario de opinión para obtener información directa del público/usuario. El cuestionario se ha compuesto de dos partes diferenciadas: por un lado, una serie de preguntas cerradas relativas a datos personales, al grado de uso del lugar y al conocimiento del concepto de la Smartcity. La segunda parte sobre los equipamientos disponibles en este entorno en concreto, percepción de los servicios, posibles carencias, mantenimiento y propuesta de necesidades. El cuestionario se desarrolló con la aplicación *SURVEYMONKEY* (<https://es.surveymonkey.com>) y fue publicado en Google interviews con el fin de disponer de los resúmenes estadísticos de los resultados.

## Resultados

Se han obtenido dos tipos de resultados: cuantitativos motivados por la valoración de las encuestas realizadas y, cualitativos, de los estudios realizados sobre distintas áreas de este entorno urbano. Estos resultados han permitido a cada uno de los estudiantes, focalizar su

*El rol de la práctica de campo en la clase inversa.*

*Caso práctico sobre el diseño de Productos para la Smartcity en el contexto del Jardín del Túria*

proyecto combinando distintas variables siempre relacionadas con los usuarios de este entorno.

**Tabla 1. Valoraciones de los Jardines del Túria por grupos de usuarios**



Fuente: Encuesta usuarios de la SMARTCITY, Diseño de Detalle en Mobiliario Urbano (2018).

De los 179 cuestionarios cumplimentados, más del 50% de los encuestados son usuarios habituales de este parque y las actividades principales que llevan a cabo son: el paseo, el deporte y el disfrute como zona verde, aunque también señalan el uso de este espacio como recorrido urbano. Entre los aspectos más valorados (por encima de la media) actualmente está el mantenimiento general y como expectativa, la disponibilidad de servicios de conectividad y la mejora de la recogida de residuos. Conviene destacar que muchos de los participantes en la encuesta en la que se fundamenta esta parte de la investigación, pertenecen a un mismo colectivo: usuarios jóvenes entre 18 – 30 años que, en cualquier caso, constituyen una masa crítica importante en este lugar.

Los proyectos se han orientado principalmente en dos direcciones, que se corresponden a su vez, con algunas de las tendencias de la Smartcity (Casado y otros, 2015): los equipamientos sencillos para el relax y la reunión, y los elementos de servicio y conectividad que implementen nuevas tecnologías con conexión en tiempo real en este caso, con utilidades relativas al tránsito y la práctica deportiva.

Figura 4 Proyecto *TORUN* Elemento de servicio para el seguimiento deportivo en las distintas áreas del parque. Autora Marisole Traversa



## Conclusiones

En términos generales la experiencia con la clase inversa corrobora una mayor implicación del estudiante en el proyecto y una comunicación más fluida entre los miembros del grupo.

En particular en este curso, el planteamiento opcional del tema objeto del proyecto, ha generado mayor interés e intencionalidad en las fases preliminares de la investigación con la finalidad de focalizar el proyecto en un determinado ámbito con mayor proyección o potencial de desarrollo. Además, esta posibilidad de definición individual del proyecto, ha aportado obviamente, una mayor variedad de enfoques del mismo, partiendo de una experiencia compartida de investigación y percepción, puesta en común, sobre las necesidades del lugar.

El estudiante ha podido relacionar el proyecto con sus intereses en dos direcciones. Por una parte, adaptando su evolución a su propio ritmo y en consecuencia, los sistemas y elementos diseñados resultan acordes a sus expectativas y aficiones personales. Por otra parte, también ha permitido seleccionar y definir su vinculación con la tecnología y las tendencias presentes

*El rol de la práctica de campo en la clase inversa.*

*Caso práctico sobre el diseño de Productos para la Smartcity en el contexto del Jardín del Túria*

en el concepto de la Smartcity. Por todo ello en consecuencia, estos proyectos tienen un mayor potencial de desarrollo posterior en aras de constituir Trabajos Final de Grado.

Se puede afirmar que los resultados del aprendizaje resultan más significativos en el proceso formativo del estudiante y que redundan en una mayor autonomía y creatividad. Se practica individualmente el aprendizaje autónomo e independiente aplicado a un proyecto de diseño (*learning by doing*) previamente seleccionado y por tanto, se trabaja también en el propio desarrollo del currículo a la par que se fomenta el aprendizaje a lo largo de la vida (*long life learning*).

En definitiva, la implementación de la metodología de la clase inversa en el aprendizaje basado en proyectos, constituye, a nuestro parecer, la aproximación más veraz al ámbito profesional futuro en el que el sujeto ha de realizar su propio planteamiento de los proyectos, argumentar su enfoque y contenido, organizar su trabajo y las tareas necesarias para llevarlo a término.

## Referencias

- Merino L., Puyuelo M. (2013). La práctica de Campo como estrategia de enseñanza en el diseño de productos para el espacio público. ITV- XXI CUIEET ACTA. Ed. Universidad Politècnica de València, Spain, 1046, 1047 pp.
- Merino L., Puyuelo M. y M. Val (2015) El cauce del río Túria: paisaje de cultura y experiencia ciudadana. III Congreso Internacional sobre Documentación, Conservación y Reutilización del Patrimonio Arquitectónico (REUSO).
- Del Carmen L., y Pedrinaci E. (1997). El uso del entorno y el trabajo de campo. La enseñanza y el aprendizaje de las Ciencias de la naturaleza en la educación secundaria. Barcelona: Editorial Horsori. H. (133-154 pp).
- C. Serrano Zanón, I. Ramírez de Mingo (1989), Cuadernos de trabajo social: La práctica de campo medio de aprendizaje profesional, nº2, (131 p).
- ASIC Área de Sistemas de Información y comunicaciones (2017). El modelo Flipped Classroom (clase inversa), Vicerectorado de las Tecnologías de la Información y de las Comunicaciones. Universitat Politècnica de València.
- Puyuelo M., Merino L. y Val M. (2017) “Product Design in the Smart City Investigation of priority needs in terms of human interaction in the Smart City” Actas ACHI 2017 The Tenth International Conference on Advances in Computer-Human Interactions, IARIA, 2017 (62 - 67 pp).
- Puyuelo M., Merino L. y Rodrigo, A. (2017) “Experiencia de clase inversa en la asignatura Diseño Detalle en Elementos de Mobiliario Urbano del Grado en Ingeniería en Diseño Industrial y desarrollo de Productos” Actas del 25 Congreso Universitario de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas – (691-699 pp).

*26 Congreso Universitario de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas (2018)*

*Marina Puyuelo, Lola Merino y Mónica Val*

AAVV (2017), Lazio Creativo, Storie di Creatività. *Eco Cabine*, Edit Regione Lazio Presidenza del Consiglio dei Ministri (214-15 pp).

Casado, M.G., Revert, C., Sales V. and Veral, S. (2015) “Smart Cities Trends: Tendencias en las Ciudades Inteligentes y Oportunidades para los Sectores del Hábitat”, ITC y ADIMA (pp.3-4)

Prince, M.J. y Felder, R. M. (2007), The many faces of inductive teaching. Copyright © 2007, National Science Teachers Association (NSTA). *Journal of College Science Teaching*, Vol. 36, No. 5.

<http://flipteaching.com/>

<https://riunet.upv.es/>



## **Desarrollo de competencias transversales en Ingeniería con el Inglés como lengua vehicular y mejora de la participación con aprovechamiento en clase.**

**Julio Alberto López Gómez<sup>a</sup>, Ángeles Carrasco García<sup>b</sup> y Francisco Mata Cabrera<sup>c</sup>**

<sup>a</sup>Escuela de Ingeniería Minera e Industrial de Almadén. Universidad de Castilla la Mancha. [JulioAlberto.Lopez@uclm.es](mailto:JulioAlberto.Lopez@uclm.es)

<sup>b</sup>Escuela de Ingeniería Minera e Industrial de Almadén. Universidad de Castilla la Mancha. [Angeles.Carrasco@uclm.es](mailto:Angeles.Carrasco@uclm.es)

<sup>c</sup>Escuela de Ingeniería Minera e Industrial de Almadén. Universidad de Castilla la Mancha. [Francisco.MCabrera@uclm.es](mailto:Francisco.MCabrera@uclm.es)

---

### ***Abstract***

*In the field of Engineering, more and more often, companies and society in general, demand professionals who are not only recognized experts in their expertise area but also professionals who are able to develop extra-curricular competences such as social abilities and high level in foreign language skills, mostly in English. Nevertheless and even though there is certain general agreement in the educational community concerning the development of competences in the English Language, there is a great difficulty in adding these to the students curricula in Engineering.*

*On the Other hand, society, the educational system and lecture rooms are changing constantly . For this reason we think it is necessary a curricular adaptation to contents and methodology in the current situation . In the Mining and Industrial school of Almaden we have carried out a teaching and learning experience in a blended-learning environment. We have also promoted the participation in class by means of clickers, wireless devices which allow teachers to gather and collect students'opinions and their answers to questions related to class contents, and which generate statistics which can help teachers to adapt the teaching sessions to the students necessities.*

*Una metodología Blended-Learning para el desarrollo de competencias en lengua inglesa y mejora de la participación con aprovechamiento en clase.*

**Keywords:** *Blended-Learning, English for specific purposes, Participation, Clickers*

---

### **Resumen**

*Cada vez más, el sector de la ingeniería, las empresas y la sociedad, demandan profesionales que no solo sean reconocidos expertos de su sector, sino que también desarrollen diferentes competencias transversales como son habilidades sociales o competencias en una lengua extranjera, casi siempre el inglés. Sin embargo, y aunque hay un acuerdo generalizado en la comunidad educativa para el desarrollo de competencias en lengua inglesa, existe una gran dificultad en introducir éstas dentro de los planes de estudio de ingeniería.*

*Por otra parte, la sociedad, el sistema educativo y las aulas cambian constantemente. Es por esto que se hace necesaria la adaptación de los contenidos y metodologías a la situación actual. En la Escuela de Ingeniería Minera e Industrial de Almadén se ha realizado una experiencia de enseñanza-aprendizaje con la lengua inglesa como lengua vehicular en un entorno de blended-learning. Además, se ha fomentado la participación del alumnado en las aulas mediante el uso de clickers, unos dispositivos de participación inalámbricos que permiten recoger la opinión de los alumnos y sus respuestas ante preguntas sobre los contenidos de clase, y que generan estadísticas que ayudan al docente a adecuar las sesiones a las necesidades de sus alumnos.*

**Palabras clave:** *Blended-Learning, Inglés para fines específicos, Participación, Clickers.*

### **Introducción**

Desde la publicación en el año 2001 del Marco Común Europeo de Referencia para el Aprendizaje, Enseñanza y Evaluación de Lenguas, en inglés Common European Framework of Reference for Languages: Learning, Teaching, Assessment (CEFR) éste ha tenido una repercusión notable en el sistema educativo universitario español (Europe, 2001)

La Universidad de Castilla La Mancha (UCLM) mediante acuerdo de 23 de Junio de 2008, decidió incorporar una serie de competencias transversales propias de la UCLM en el diseño de todos los estudios de Grado. En su compromiso de fomentar la internacionalización de las enseñanzas, adecuar el diseño de las titulaciones a los retos que impone la sociedad actual y contribuir a la verificación y acreditación de los planes de estudio de la UCLM, se

impulsó el dominio de una segunda lengua moderna en los títulos de Grado, en el nivel B1 del Marco Común Europeo de Referencia para las Lenguas.

En la Escuela de Ingeniería Minera e Industrial de Almadén se ofertan las materias de Inglés Técnico, Inglés Técnico Minero, Gestión de Proyectos, Proyectos en Ingeniería y Yacimientos Minerales en lengua inglesa para los estudiantes.

Por otra parte, a partir del real decreto 1393/2007 del 29 de octubre se inaugura en los centros universitarios españoles la adaptación de los estudios superiores al nuevo Espacio Europeo de Educación Superior (EEES), el cual sería implantado definitivamente en el año 2010. Entre las principales novedades del nuevo espacio, destacan la aparición del crédito ECTS como medida del trabajo del alumno y la evaluación de la participación con aprovechamiento en clase con un peso de alrededor del diez por ciento en la nota final.

Esta ponencia describe una metodología para el desarrollo de competencias transversales en lengua inglesa en los grados de Electricidad, Mecánica, Tecnología Minera y Recursos Energéticos. Esta experiencia se ha realizado en un entorno de blended-learning, combinando diferentes modalidades de enseñanza presencial y virtual mediante la creación de un entorno virtual de aprendizaje usando la plataforma virtual Moodle y un espacio compartido en sharepoint, además de fomentar y evaluar la participación con aprovechamiento en clase mediante el uso de clickers.

### **Trabajos Relacionados**

El desarrollo de competencias transversales y el establecimiento de nuevas metodologías educativas adaptadas al EEES se debió, en gran parte, a los numerosos empresarios y directivos de empresas que se quejaban de que los graduados carecían de formación en destrezas tales como la comunicación oral, la correcta expresión escrita de informes y trabajos y argumentaban que los métodos tradicionales de enseñanza no estaban funcionando (Hannan & Silver, 2006) y que los estudiantes eran demasiado pasivos.

La nueva tendencia metodológica se centra en el aprendizaje, lo importante no es ya lo que el profesor enseñe, sino lo que los alumnos aprendan (Blanco, 2009)

Un estudio realizado por (De Miguel, 2006) pone de manifiesto que los docentes, a la hora de desarrollar ciertas capacidades transversales en los alumnos, priorizan fundamentalmente la comprensión, el juicio crítico, la relación y la solución de problemas. Al mismo tiempo, en sus respuestas manifiestan que les resulta más difícil de potenciar, aunque las consideran importantes, la fluidez discursiva y la elaboración de la información.

Nuestro equipo de trabajo ha desarrollado una metodología de trabajo activa en la que los estudiantes han sido responsables de su propio aprendizaje.

*Una metodología Blended-Learning para el desarrollo de competencias en lengua inglesa y mejora de la participación con aprovechamiento en clase.*

## **Metodología**

El objetivo de la experiencia desarrollada en la Escuela de Ingeniería Minera e Industrial de Almadén es doble: por un lado desarrollar competencias transversales en lengua inglesa asociadas al nivel B1, y por otra parte, integrar dentro de esta metodología un mecanismo para motivar y favorecer la participación del alumnado en las aulas. En esta línea, los objetivos que se marcaron al inicio del proyecto fueron :

- Involucrar a los estudiantes universitarios en el proceso de enseñanza-aprendizaje.
- Motivar a los estudiantes a través de metodologías activas de aprendizaje.
- Mejorar destrezas en lengua inglesa
- Aprovechar las clases presenciales para la mejora docente

## **Desarrollo de competencias en lengua inglesa : blended-learning**

La experiencia desarrollada pretende impulsar el conocimiento de la lengua inglesa en el nivel B1 del Marco Común Europeo de Referencia para las Lenguas. Es por esto que antes de comenzar a narrar la experiencia desarrollada, cabe mencionar cuáles son las competencias que acreditan la consecución del nivel B1 en la lengua inglesa. En este nivel, el estudiante debe perfeccionar las tareas de:

### **COMPRENDER**

- Comprender las ideas principales cuando el discurso es claro y normal y se tratan asuntos cotidianos que tienen lugar en el trabajo, en la escuela, durante el tiempo de ocio, etc. Comprender la idea principal de muchos programas de radio o televisión que tratan temas actuales o asuntos de interés personal o profesional, cuando la articulación es relativamente lenta y clara.
- Comprender textos redactados en una lengua de uso habitual y cotidiano o relacionado con el trabajo. Comprender la descripción de acontecimientos, sentimientos y deseos en cartas personales.

### **HABLAR**

- El estudiante debe saber desenvolverse en casi todas las situaciones que se le presentan cuando viaja donde se habla esa lengua. Puede participar espontáneamente en una conversación que trate temas cotidianos de interés personal o que sean pertinentes para la vida diaria (por ejemplo, familia, aficiones, trabajo, viajes y acontecimientos actuales).
- Saber enlazar frases de forma sencilla con el fin de describir experiencias y hechos, sueños, esperanzas y ambiciones.

- Poder explicar y justificar brevemente opiniones y proyectos. Saber narrar una historia o relato, la trama de un libro o película y poder describir reacciones personales.

### ESCRIBIR

- Ser capaz de escribir textos sencillos y bien enlazados sobre temas conocidos o de interés personal.
- Poder escribir cartas personales que describen experiencias e impresiones.

El proyecto desarrollado en la escuela ha consistido en diseñar de manera conjunta una serie de tareas destinadas al desarrollo de las competencias previamente mencionadas en un contexto de ingeniería.

Uno de los mayores obstáculos para un aprendizaje efectivo de una segunda lengua, en nuestro caso la lengua inglesa, es la necesidad de un contacto real con la lengua que se aprende. La metodología del Blended-Learning facilita el aprendizaje de segundas lenguas, poniendo a disposición del estudiante herramientas que facilitan el contacto real con la lengua hablada (ver Figura 1). Las herramientas online permiten que los estudiantes dispongan de material actualizado, archivos de audio gratuitos que pueden descargar y escuchar donde ellos elijan, en casa, en el coche, mientras practican deporte... pueden elegir niveles distintos según su nivel de entendimiento y trabajar de forma autónoma fuera del horario de clase.

Figura 1 Blended-Learning



Las causas de esta situación tan negativa en el aprendizaje de segundas lenguas son las que hemos venido analizando últimamente en un intento común de mejorar la docencia. Todo el mundo admite la necesidad de aprender y estudiar idiomas, preferentemente inglés, pero los métodos y contenidos exigidos y seguidos por las diversas políticas educativas, reflejan una cierta falta de claridad en cuanto a la metodología, contenidos y métodos de enseñanza a seguir.

El resultado se ve en la poca desenvolvura con la que se defienden nuestros estudiantes en situaciones reales de comunicación en otro idioma. Han sido muchos los años en los que la docencia no ha consistido en facilitar que los estudiantes adquirieran unas determinadas

*Una metodología Blended-Learning para el desarrollo de competencias en lengua inglesa y mejora de la participación con aprovechamiento en clase.*

competencias lingüísticas en el aprendizaje de segundas lenguas, sino que nos hemos limitado a facilitarles conocimientos teóricos que sólo les servían para aprobar los exámenes finales. En la mayoría de los casos, los estudiantes tenían aprobada la asignatura pero no sabían desenvolverse en inglés en el mundo de la ingeniería ni sabían aplicar lo aprendido a la práctica por el exceso de contenidos teóricos mayormente escritos.

Hace unos cuatro años, empezamos a plantearnos cambiar la forma de impartir nuestra docencia y mejorarla con el fin de que fuera más eficaz y efectiva. Empezamos por intentar especificar más detalladamente los objetivos de enseñanza-aprendizaje y diseñar instrumentos comunes para la planificación docente y la evaluación para asegurar a los estudiantes un aprendizaje eficaz que les sirviera para su futuro profesional y favoreciera su movilidad internacional en el mundo de la ingeniería. En las guías docentes se describe de forma exhaustiva qué hacen y cómo aprenden los estudiantes con el fin de usar la lengua inglesa para comunicarse y qué conocimientos y habilidades tienen que desarrollar para ser capaces de actuar con eficacia. A lo largo de un cuatrimestre medimos el progreso de actividades en cada etapa de su aprendizaje y, al final del curso, reflexionamos tras los resultados de la evaluación para centrar y coordinar los esfuerzos de estudiantes y profesores y garantizar que los objetivos planteados se corresponden con las necesidades reales de los estudiantes.

El grupo creado por profesores de **Informática y Filología Moderna** creado trabajó de manera interdisciplinar los siguientes contenidos para que los estudiantes adquirieran y mejoraran su competencia lingüística en lengua inglesa:

1. Escritura académica. (Elaboración de material didáctico que fue entregado a los estudiantes)
  - 1.1. Claves para la escritura de disertaciones sencillas, ensayos cortos, artículos académicos.
  - 1.2. Organización de párrafos y consideraciones de carácter gramatical.
  - 1.3. Escritura crítica, analítica y persuasiva.
  - 1.4. Cómo evitar el plagio y forma de citar correctamente.
  - 1.5. Presentación y discusión de resultados.
2. Destrezas auditivas. (Elaboración de material didáctico que fue entregado a los estudiantes)
  - 2.1. Método para entender mejor las conferencias y cómo tomar notas.
  - 2.2. Claves del estilo académico oral.
3. Destrezas de habla. (Elaboración de material didáctico que fue entregado a los estudiantes)

- 3.1. Contribución a seminarios.
- 3.2. Cómo hacer preguntas sobre un tema.
- 3.3. Discusiones formales y enfatización de puntos de vista.
- 3.4. Cómo dar una conferencia sencilla y hacer presentaciones orales.
4. Destrezas de lectura. (elaboración de material didáctico que fue entregado a los estudiantes)
  - 4.1. Aportación de anotaciones gramaticales.
  - 4.2. Comprensión de textos científicos sencillos.
  - 4.3. Revisión bibliográfica y reseñas.
  - 4.4. Vocabulario científico y uso de diccionarios monolingües con sinónimos.

El grupo compartió un espacio virtual común para alumnos y profesores.(Moron-Garcia, 2002) afirma que los entornos virtuales de aprendizaje ayudan a que los estudiantes desarrollen habilidades críticas que, a la vez, permiten un aprendizaje centrado en el estudiante y no tanto en el profesor. (Francis & Shannon, 2013) destacan las ventajas de entornos de Blended-Learning al mejorar los resultados de aprendizaje de los estudiantes y al implicarse éstos de una manera activa y no pasiva. También facilitan el desarrollo de proyectos multidisciplinarios como el nuestro.

Los objetivos fundamentales eran que los estudiantes desarrollasen competencias básicas y transversales que les permitieran:

- Ser capaces de aprender técnicas para la escritura y lectura en lengua inglesa de artículos académicos y trabajos relacionados con la Ingeniería.
- Ser capaces de escribir en lengua inglesa de forma crítica y analítica evitando el plagio y aprendiendo a citar correctamente.
- Ser capaces de desarrollar destrezas orales que les permitan expresarse con corrección en el mundo de la ingeniería y su campo profesional.
- Ser capaces de desarrollar destrezas auditivas que les permitieran entender mejor a hablantes nativos de lengua inglesa.

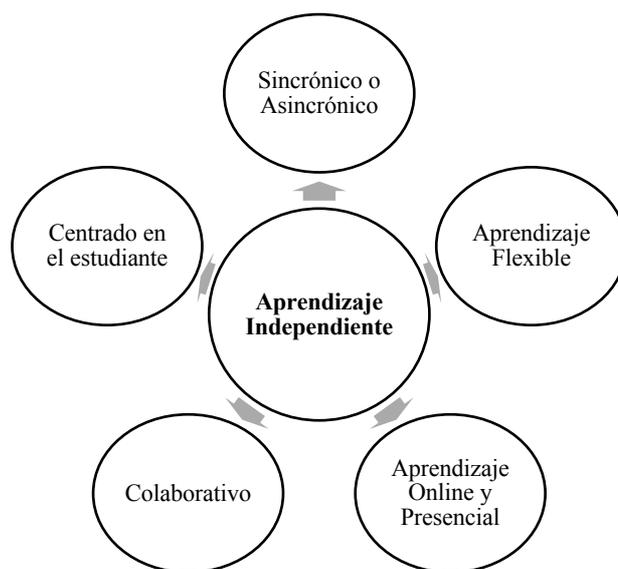
El grupo interdisciplinar también elaboró un portafolio conteniendo datos de los alumnos (Quynh, 2012; Stefani, 2007) y datos del proceso con presentaciones realizadas por los alumnos y la evaluación realizada por los profesores. Cuando hablamos de evaluación, nos referimos a evaluación formativa y no sólo a la evaluación sumativa. (Barberá, 2003; Blanco, 2009; Gibbs, 2003; López Pastor, 2009; Pérez Pueyo, 2009) .

*Una metodología Blended-Learning para el desarrollo de competencias en lengua inglesa y mejora de la participación con aprovechamiento en clase.*

El acceso a los recursos y materiales ha sido infinito, los estudiantes disponían de toda una gama de recursos, en los más variados formatos: desde textos, hipertextos, enlaces, gráficos, audios, vídeos, actividades de simulación, etc. hasta los procesos de interacción tanto con los compañeros como con el profesor, contribuyendo de esta manera a un continuo feedback profesor-estudiante. La comunicación tiene lugar de forma síncrona, en las horas de clase presenciales (face-to-face classroom) o asíncrona, fuera del horario lectivo utilizando las herramientas propuestas (Plataforma virtual Moodle, e-mail, foros de discusión, weblogs, donde participan los estudiantes dejando sus comentarios, wikis que pueden ser editadas tanto por el profesor como por los estudiantes, promoviendo la creatividad y motivación académica al ser los estudiantes los verdaderos protagonistas del proceso de enseñanza-aprendizaje...)

**Aprendizaje independiente:** el grupo interdisciplinar valoró de forma extraordinaria el aprendizaje independiente de los alumnos ya que lo que se hizo fue poner a su disposición las herramientas necesarias para alcanzar las destrezas y objetivos descritos previamente.

**Figura 2 Aprendizaje independiente**



### **Motivación y evaluación de la participación con aprovechamiento en clase**

Desde la entrada en vigor del plan Bolonia, la participación con aprovechamiento en clase se ha convertido en uno de los ítems de evaluación del alumno en las asignaturas de grado, cuyo peso sobre la nota final se sitúa alrededor del diez por ciento. La evaluación de este nuevo ítem de evaluación, trae consigo la problemática de hacerlo de manera objetiva y

cuantitativa, ya que se trata de un elemento de evaluación intrínsecamente cualitativo y de difícil valoración, ya que requiere definir previamente en qué consiste participar en clase y en qué consiste aprovechar la participación.

Tradicionalmente, este aspecto se ha evaluado mediante el uso de rúbricas. Una rúbrica es un indicador de logro aplicado en la evaluación de competencias que señala una serie de estándares cuya superación es necesaria para adquirir una competencia determinada (BOE 29/01/2015). No obstante, estas rúbricas siguen manteniendo un carácter principalmente cualitativo, por lo que sigue siendo difícil establecer criterios objetivos y cuantificables para la evaluación de la participación con aprovechamiento en clase.

Dentro de la metodología blended-learning desarrollada anteriormente, se ha incluido un método para la motivación y evaluación de la participación con aprovechamiento en clase. Para ello, se han utilizado los clickers de la compañía turning technologies (<https://www.turningtechnologies.com>) los cuales han sido obtenidos en préstamo por el Centro de Tecnologías y Contenidos Digitales (CTED) de la Universidad de Castilla la Mancha (<http://cted.uclm.es/>). El uso de estos dispositivos es sencillo. Para poder utilizarlos es necesario, en primer lugar, crear una cuenta de profesor en el sitio web de la empresa. Después de esto, se descarga el software que utilizan los clickers, y que funciona a modo de plug-in sobre power point, por lo que la creación de los cuestionarios y preguntas es relativamente sencilla, ya que prácticamente la totalidad de la comunidad docente está familiarizada con el uso de Power Point. Posteriormente, una vez que el cuestionario ha sido creado, se conecta el receptor de respuestas al ordenador desde el que se administrará el cuestionario y ya es posible comenzar el mismo.

Entre las principales características de estos dispositivos, destacan su versatilidad, puesto que permiten la realización de diferentes tipos de preguntas (tipo test, respuesta breve, verdadero/falso), la incorporación de elementos multimedia en los enunciados de las preguntas, la generación de un informe completo de estadísticas para analizar los resultados obtenidos en cada cuestionario, el anonimato entre los alumnos al responder cada pregunta, la no dependencia de una conexión a internet y el hecho de que no existen restricciones temporales para resolver cada pregunta, ya que es el profesor quien cierra el tiempo de respuestas cuando considera oportuno. Por otra parte, entre sus principales inconvenientes, destacan el hecho de que estos dispositivos no son gratuitos, existen diferentes tipos de licencia del software que utilizan que permiten mayor o menor funcionalidad y la curva de aprendizaje de la tecnología puede ser dura para aquellos que no estén familiarizados con las TIC.

Durante el primer cuatrimestre, se ha llevado a cabo un proyecto piloto, realizando cinco cuestionarios en las asignaturas de Informática e Inglés Técnico en los que los alumnos han podido utilizar los clickers. A modo de resumen, el gráfico mostrado en la figura 3 revela los resultados obtenidos por los alumnos en términos de preguntas totales acertadas por los

alumnos de la clase, preguntas falladas, y preguntas sin contestar. Cabe destacar que las preguntas realizadas estaban en inglés, para que los alumnos trabajaran la capacidad de comprensión lectora en lengua inglesa en la asignatura de Informática. En esta asignatura, los alumnos disponen en el espacio virtual de moodle, así como en el entorno virtual creado para el proyecto, de material audiovisual en multitud de formatos, donde gran cantidad de este material está en inglés y adecuado al nivel B1, ya que es conocido por todos, que los principales avances en esta disciplina proceden de lugares de habla inglesa, por lo que las traducciones de últimas ediciones aún no están disponibles en castellano. Además, la necesidad de incorporar el desarrollo de competencias en lengua inglesa en esta disciplina es más que evidente, ya que actualmente utilizamos numerosos anglicismos en el entorno de la informática, tanto a nivel usuario, como profesional, como es por ejemplo en el caso de los lenguajes de programación, donde las palabras reservadas del lenguaje, estructuras de control, etc, son siempre palabras inglesas. Es especialmente relevante el hecho de que la participación de los alumnos fue casi total, habiendo muy pocas preguntas sin contestar. Los resultados estadísticos generados por el software de los clickers permiten también evaluar al docente a su grupo obteniendo los resultados del cuestionario agrupados por alumno, o agrupados por pregunta, lo cual permite al docente averiguar cuáles son los puntos más débiles de sus alumnos o qué conviene repasar en sesiones posteriores. A continuación se muestran a modo de ejemplo dos preguntas que los alumnos respondieron con clickers durante una sesión del primer bloque de programación.

What is the value of « resul » at the end of the program ?

```
A = 0; B = 1
resul = 0;
for a = 1:10
    resul = A + B
    A      = B;
    B      = resul;
end
```

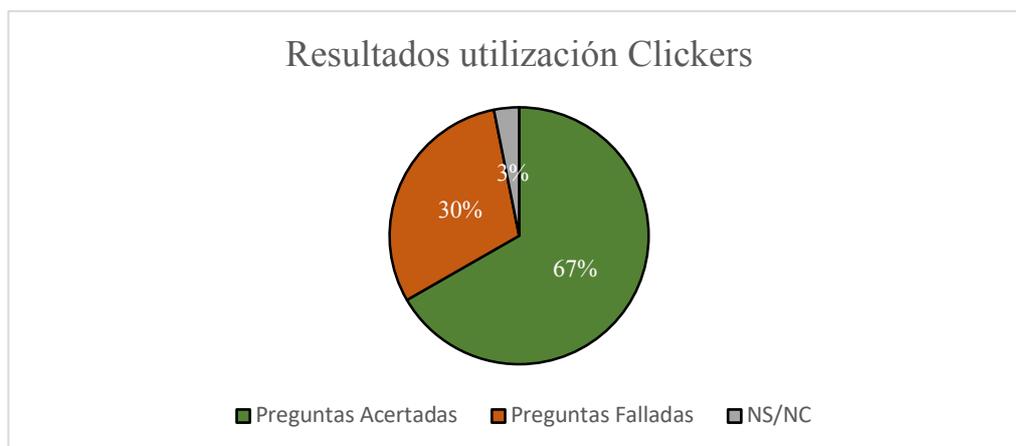
- A. 55
- B. Error
- C. 34
- D. None of the above

What is the mistake in the code?

```
j = 1;
if(j = 2)
    j = j +1;
else
    j = j -1
end
```

- A. `j == 1`
- B. `if(j == 2)`
- C. `elseif` instead of `else`
- D. `j = j--;`

Figura 3 Resultados de la utilización de clickers



### Conclusiones

En conclusión, el desarrollo de una metodología blended-learning permite combinar los aspectos más positivos tanto de la enseñanza presencial como de la virtual, poniendo a disposición del alumno los contenidos y recursos necesarios para la adquisición de competencias y creando nuevos entornos de aprendizaje virtuales que permiten al alumno ser responsable de su propio aprendizaje.

Por otra parte, el uso de clickers en las aulas permite dinamizar el proceso de enseñanza-aprendizaje, además de motivar y fomentar la participación de los alumnos en el aula. Además, el uso de esta herramienta permite cuantificar y valorar de manera objetiva la participación con aprovechamiento en clase del alumno y también evaluar la calidad de la docencia, ya que las estadísticas generadas han de servir como autoevaluación del docente, quien tras el estudio de los resultados podrá adaptar las metodologías y contenidos a las necesidades de sus alumnos.

Como trabajo futuro, se pretende que los estudiantes logren en el futuro :

- Se conviertan en responsables de su propio aprendizaje, asumiendo un papel más activo en la construcción del conocimiento.

*Una metodología Blended-Learning para el desarrollo de competencias en lengua inglesa y mejora de la participación con aprovechamiento en clase.*

- Participen en actividades que les permitan intercambiar experiencias y opiniones con sus compañeros.
- Reflexionen sobre su propia práctica e identifiquen acciones de mejora.
- Desarrollen la autonomía, el pensamiento crítico, actitudes colaborativas, destrezas profesionales y capacidad de autoevaluación.

## Referencias

- Barberá, E. (2003). Estado y Tendencias de la Evaluación en Educación Superior. *Revista de la Red Estatal de Docencia Universitaria*, 3((2)).
- Blanco, A. (2009). *Desarrollo y Evaluación de Competencias en Educación Superior*. Madrid: Narcea, S.A. de Ediciones.
- De Miguel, M. (2006). *Metodologías de Enseñanza y Aprendizaje para el Desarrollo de Competencias*. Madrid: Alianza Editorial.
- Europe, C. O. (2001). COMMON EUROPEAN FRAMEWORK OF REFERENCE FOR LANGUAGES: LEARNING, TEACHING, ASSESSMENT. 2015, from [http://www.coe.int/t/dg4/linguistic/Source/Framework\\_EN.pdf](http://www.coe.int/t/dg4/linguistic/Source/Framework_EN.pdf)
- Francis, R., & Shannon, S. J. (2013). Engaging with blended learning to improve students' learning outcomes. *European Journal of Engineering Education*, 38(4), 359-369. doi: 10.1080/03043797.2013.766679
- Gibbs, G. (2003). *Uso Estratégico de la Evaluación en el Aprendizaje*, en Brown, S y Glasner, A (ED.). *Evaluar en la Universidad. Problemas y Nuevos Enfoques (PP 61-75)*. Madrid: Narcea.
- Hannan, A., & Silver, H. (2006). *La Innovación en la Enseñanza Superior*. Madrid: Narcea, S.A.
- López Pastor, V. (2009). *Evaluación Formativa y Compartida en Educación Superior*. Madrid: Narcea, SA Ediciones.
- Moron-Garcia, S. (2002). *Using virtual learning environments: lecturers' conceptions of teaching and the move to student-centred learning*. Paper presented at the Proceedings of the International Conference on Computers in Education, USA.
- Pérez Pueyo, A., Julián Clemente, J.A. y López Pastor, V. (2009). *Evaluación Formativa y Compartida en el Espacio Europeo de Educación Superior*, En: López Pastor, V. (Coord) *Evaluación Formativa y Compartida en Educación Superior (pp. 19-45)*. Madrid: Narcea, SA Ediciones.
- Quynh, L. (2012). E-Portfolio for enhancing graduate research supervision. *Quality Assurance in Education*, 20(1), 54-65. doi: 10.1108/09684881211198248
- Stefani, L., Mason R. and Pegler, C. (2007). *The Educational Potential of e-Portfolios*. New York: Routledge.



## EXPERIENCIA DE DESARROLLO Y EVALUACIÓN DE PRÁCTICAS UTILIZANDO TIC

Jiménez Meana, Jorge<sup>a</sup>, Palacio Muñiz, Antonio<sup>b</sup> y Serrano Ortega, M. L.<sup>c</sup>

<sup>a</sup>Universidad de OVIEDO, España, Departamento de MATEMÁTICAS, [meana@uniovi.es](mailto:meana@uniovi.es)

<sup>b</sup>Universidad de OVIEDO, España, Departamento de MATEMÁTICAS, [palacioantonio@uniovi.es](mailto:palacioantonio@uniovi.es)

<sup>c</sup>Universidad de OVIEDO, España, Departamento de MATEMÁTICAS, [mlserrano@uniovi.es](mailto:mlserrano@uniovi.es)

---

### **Abstract**

*In general, one of the most valued aspects of a person's professional life is their ability to face a problem and solve it. Although problem solving is not explicitly stated as an objective of the teaching project, students are required to acquire this capacity. We will see how we can develop this capacity in laboratory practices with the help of computer tools (Octave or MatLab).*

*This paper presents a methodology that encourages the student's personal work: it is proposed to solve real problems and the student can check in real time if he has obtained the correct solution. In this way, if the student have not succeeded, he can continue working on the problem.*

*With the help of Moodle, each student has a different problem or even the same problem with different data (which in the end is different problem). This is achieved by using calculated questions and thus prevents that they can share the solution of the problems.*

*The use of the cloud plays a relevant role because the lecturer has real-time access to the work of each student and he can check and indicate the errors even before the student requests it.*

**Keywords:** *Calculated questions, Laboratory practices, Cloud, Moodle, Octave, MatLab...*

---

### **Resumen**

*En general, uno de los aspectos más valorados en la vida profesional de una persona es su habilidad para enfrentarse a un problema y darle solución. Aunque la resolución de problemas no figure explícitamente como un objetivo del*

## **EXPERIENCIA DE DESARROLLO Y EVALUACIÓN DE PRÁCTICAS UTILIZANDO TIC**

*proyecto docente, sí que se exige a los alumnos que adquieran esta capacidad. Veremos cómo podemos desarrollar esta capacidad en las prácticas de laboratorio con la ayuda de herramientas informáticas (Octave o MatLab).*

*En este trabajo se presenta una metodología que incentiva el trabajo personal: se propone resolver problemas reales y el alumno puede comprobar en tiempo real si ha obtenido la solución correcta o intentar resolverlo de nuevo.*

*Con ayuda del Moodle, cada alumno tiene un problema diferente o incluso el mismo problema con diferentes datos (que a la postre es diferente problema). Esto se consigue mediante el uso de preguntas calculadas y de esta manera se evita que puedan compartir el resultado del ejercicio.*

*El uso de la nube juega un papel relevante pues el profesor tiene acceso en tiempo real al trabajo de los alumnos y se puede comprobar e indicar los errores incluso antes de que el alumno lo solicite.*

**Palabras clave:** *preguntas calculadas, prácticas de laboratorio, Nube, Moodle, Octave, MatLab...*

### **Introducción**

“Resolver problemas es hacer matemáticas”: Este es un punto de vista habitual acerca del rol que los problemas juegan en la vida de aquellos que hacen matemática. Polya es el matemático más conocido que sostiene esta idea. Nos hemos familiarizado con su trabajo a través del libro “How to solve it” (Polya, 1954), en el cual introduce el término “heurística” para describir el arte de la resolución de problemas, concepto que desarrolla luego en “Mathematics and plausible reasoning” (Polya, 1957) y en “Mathematical Discovery” (Polya, 1981).

Además en “Propuesta pedagógica basada en el constructivismo para el uso óptimo de las TIC en la enseñanza y el aprendizaje de la matemática “ (Castillo, 2008) Castillo dice, “...ya no se debate sobre la necesidad de utilizar TIC, sino sobre las ventajas de su uso”. Introducir herramientas informáticas es esencial, ya no para alumnos de ingeniería, sino para cualquier alumno de cualquier nivel. En este momento para el acceso a las distintas Ingenierías se “recomienda”, entre otras cosas: Manejo de herramientas informáticas a nivel de usuario (sistema operativo, procesador de texto, hoja de cálculo, base de datos...).

Semenov y otros (Semenov, 2005) establecen las competencias que debe poseer el docente que usa las TIC para mejorar el proceso de enseñanza y facilitar el aprendizaje de las ciencias en general, y de las matemáticas en particular. Extraemos algunas de ellas:

*Jorge Jiménez Meana  
Antonio Palacio Muñiz  
María Luisa Serrano Ortega*

- ✓ Demostrar una mayor comprensión de las oportunidades e implicaciones del uso de las TIC en la enseñanza y el aprendizaje dentro del contexto del plan de estudios.
- ✓ Planificar, implementar y dirigir el aprendizaje y la enseñanza en un entorno de aprendizaje más flexible y abierto, así como evaluar cada proceso.
- ✓ Demostrar una capacidad de comprensión crítica sobre los beneficios del aprendizaje en red y en colaboración dentro y entre las comunidades y los países.
- ✓ Participar de modo efectivo en entornos de aprendizajes flexibles y abiertos, tanto en el rol de docentes como en el de alumnos.

Así, los docentes estarán capacitados para:

- ✓ Usar y seleccionar, entre una variedad de recursos tecnológicos, los más adecuados para mejorar su efectividad personal y profesional.
- ✓ Actualizar voluntariamente sus habilidades y conocimientos para acompañar los nuevos desarrollos y nuevos desafíos.

Pero gran parte del profesorado desde el inicio de los llamados “planes Bolonia” se ha lanzado a proponer un gran número de actividades donde el alumno realiza trabajo en grupo, coevalúa, participa en seminarios, elabora cuadernos de trabajo... Fidalgo en su trabajo (Fidalgo, 2016) dice: “De poco o de nada vale que pongamos actividades en las que el alumnado participe en el proceso de aprendizaje si no adaptamos los recursos (humanos y de aprendizaje) a esas actividades”. La carga de trabajo para el profesor que ha supuesto esta nueva forma de evaluar ha sido de tal calibre que en ocasiones se ha reducido la evaluación continua a unos pocos exámenes similares a los antiguos exámenes parciales.

Un grupo de profesores del departamento de Matemáticas de la Universidad de Oviedo hemos intentado diseñar un sistema en el que el alumno tenga que trabajar durante toda la clase práctica, sin que el profesor tenga una carga de trabajo excesiva. Con esta experiencia se pretende incentivar el trabajo continuado del alumno durante las sesiones prácticas, realizando la entrega de ejercicios basados en problemas reales en todas las sesiones. Además, para evitar que todos los alumnos entreguen lo mismo es importante que cada uno tenga ejercicios diferentes, aunque con la misma dificultad.

A la hora de diseñar el procedimiento es muy importante minimizar la carga de trabajo que soporta el docente debido a este sistema. Por ejemplo, si una asignatura tiene 12 prácticas durante el curso, 5 ejercicios por práctica y 70 alumnos por grupo, se deberían diseñar 4200 ejercicios anuales, lo cual es completamente inviable, salvo que se automatice el proceso.

Otro aspecto importante que hemos tenido en cuenta, es la información que recibe el docente durante el desarrollo de la práctica, puesto que cuanto más información reciba, más fácil será atajar los problemas con los que se topan los alumnos. Es importante conocer, en tiempo real, los problemas que han resuelto satisfactoriamente así como aquellos en los que están trabajando y encuentran dificultades.

## **EXPERIENCIA DE DESARROLLO Y EVALUACIÓN DE PRÁCTICAS UTILIZANDO TIC**

Por este motivo, hemos diseñado el método ayudándonos de las nuevas tecnologías a nuestro alcance, en concreto de tres herramientas: Moodle para la elaboración de los cuestionarios, OneDrive para facilitar el intercambio de ficheros entre los alumnos y el profesor y el programa MatLab (o su equivalente libre Octave) como herramienta para resolver dichos ejercicios.

### **Herramientas utilizadas**

Como hemos comentado anteriormente, es importante optimizar los recursos para hacer viable la implementación del sistema, sobre todo a la hora de generar diferentes versiones de un mismo ejercicio. Por este motivo hemos utilizado los siguientes programas:

1. Moodle: Sirve para generar los cuestionarios y diseñar las diferentes preguntas de cada alumno. Esta herramienta tiene un recurso muy potente, “preguntas calculadas” que permite generar diferentes variantes de una misma cuestión. Los datos se pueden hacer depender de parámetros, así como las soluciones y de esta forma, con una única pregunta se pueden generar infinitas variantes. Otra opción importante de los cuestionarios es que se puede añadir el botón “Comprobar”, de esta forma el alumno puede saber si la solución obtenida es correcta y el docente puede observar, en todo momento, la evolución en la resolución del ejercicio. La importancia de este botón reside en que el alumno se esfuerza hasta llegar a la solución correcta. Otra bondad del uso del programa, es que genera automáticamente una nota de la sesión, susceptible de ser modificada por el profesor tras la revisión de los ficheros entregados.
2. MatLab u Octave: Son utilizados para la resolución de los ejercicios. Se han seleccionado estas herramientas ya que el uso del programa MatLab está muy extendido en la ingeniería y Octave es el equivalente en software libre a MatLab. Esta herramienta también se utiliza en el diseño de las preguntas. Como estas dependen de un parámetro (o varios), en muchas ocasiones hay que resolver el ejercicio para todos los valores posibles de dicho parámetro. Finalmente se hace un ajuste de datos para obtener una fórmula que se pueda introducir en la pregunta calculada (“Moodle”).
3. La Nube: A la hora de revisar el trabajo del alumno, este debe entregar los comandos necesarios para resolver los ejercicios, dichos comandos deberán ser tecleados en un fichero con un formato específico y deberá ser entregado al profesor. Para simplificar la entrega nos hemos decidido por el uso de una Nube. Esta herramienta permite ver, en tiempo real, el desarrollo del trabajo del alumno desde el ordenador del profesor ya que se tiene acceso al fichero que está generando. De las diferentes Nubes, hemos optado por OneDrive debido a que es parte del software corporativo de la Universidad de Oviedo, aunque se-

*Jorge Jiménez Meana  
Antonio Palacio Muñiz  
María Luisa Serrano Ortega*

rían válidas las demás Nubes existentes en el mercado: GoogleDrive, DropBox... Con esta herramienta, el alumno genera los ficheros directamente sobre la carpeta de entrega (trabaja en la Nube) y el docente tiene acceso a la evolución del trabajo, puede ayudar al alumno incluso antes de que lo solicite, puede detectar posibles copias...

### **Desarrollo y metodología**

A continuación se van a describir las dos fases necesarias para el desarrollo de la propuesta de este trabajo, esto es: el diseño y la implementación.

En la primera fase del diseño, se hace uso del programa Moodle para generar los diferentes cuestionarios y “preguntas calculadas”. Esta es la parte más laboriosa del proceso pues se deben diseñar las preguntas, así como parametrizarlas para obtener diferentes versiones. Una vez parametrizadas, aquellas preguntas que no se pueden resolver de forma exacta para obtener un resultado dependiente del parámetro procedemos como sigue:

- a) Se resuelve todas las versiones de la pregunta, así se obtiene una tabla de datos con el valor del parámetro y la solución del ejercicio para dicho valor.
- b) Se realiza un ajuste de datos hasta obtener un polinomio de grado adecuado.
- c) Se comprueba que el error máximo obtenido al aproximar la solución mediante dicho polinomio es suficientemente pequeño.

Una vez obtenido dicho polinomio, ya se puede introducir en la pregunta calculada como solución del ejercicio, ajustando el error a los resultados obtenidos.

En el diseño de las preguntas se ha procurado proponer problemas reales. Un ejemplo de este tipo de problemas es el siguiente:

“La cuota mensual  $c$  para pagar un préstamo de  $d$  euros en  $n$  meses y con un interés anual  $i/100$  es  $c = \frac{d \cdot i}{1200 \cdot \left(1 - \left(1 + \frac{i}{1200}\right)^{-n}\right)}$ . Si nos hacen un préstamo de 25200 euros a devolver en 172

meses con cuotas mensuales de 252 euros, ¿qué interés nos están aplicando?”

En este ejercicio se han parametrizados tres valores: la cuota mensual  $c$ , el préstamo  $d$  y el número de meses.

En la segunda fase, la implementación del procedimiento se ha pensado en dos tipos de sesiones, sesiones de aprendizaje y sesiones de evaluación. Las sesiones de aprendizaje tienen una duración de 2 horas, una primera parte en la que el docente explica la materia y realiza ejercicios similares a los que posteriormente tendrá que resolver el alumno. En la segunda parte, el alumno abre el cuestionario de Moodle y resuelve los ejercicios propuestos con ayuda del MatLab (u Octave), la explicación del profesor y el guion de la práctica correspondiente.

## ***EXPERIENCIA DE DESARROLLO Y EVALUACIÓN DE PRÁCTICAS UTILIZANDO TIC***

Las sesiones de evaluación (o de repaso) tienen una duración de entre 60 y 90 minutos (dependiendo de la asignatura). Se suele realizar una sesión de evaluación cada 4 o 5 sesiones de aprendizaje. Para incentivar el trabajo diario, entre el 40% y el 60% de la nota se obtiene mediante las sesiones de aprendizaje y resto de la nota con las sesiones de evaluación. Actualmente el reparto es 50% sesiones de aprendizaje y 50% sesiones de evaluación.

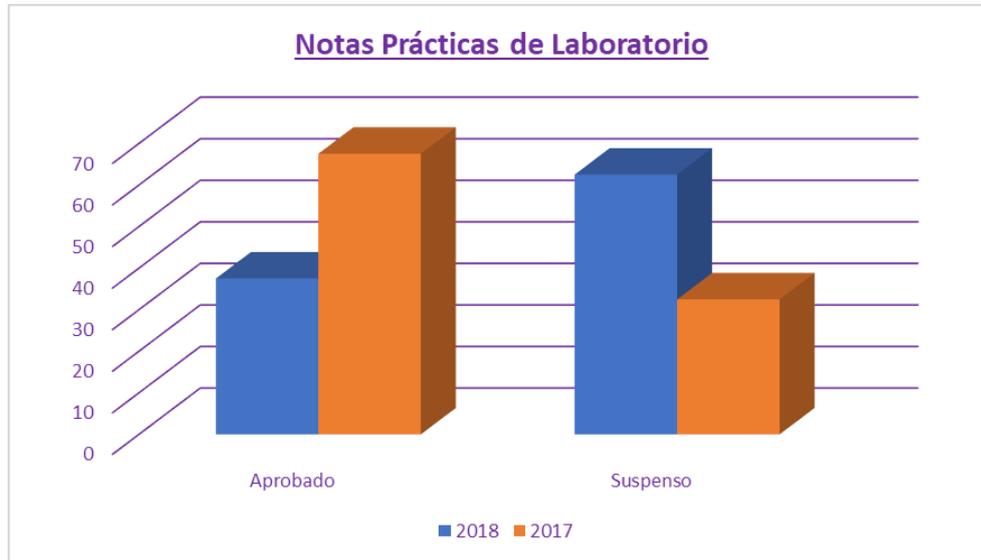
Durante las prácticas el profesor tiene acceso a mucha información acerca de alumno y de los ejercicios: número de veces que ha introducido una solución en cada ejercicio, los ejercicios que han resuelto correctamente y los ejercicios que ha resuelto incorrectamente. Incluso se tiene acceso a la carpeta de trabajo del alumno y, por tanto, al fichero (o los ficheros) que el alumno está generando. De esta forma, se pueden observar las dificultades con las que se encuentran y obrar en consecuencia.

En la ejecución del procedimiento, juega un papel relevante el botón “comprobar” de cada ejercicio de los cuestionarios (opción que se puede activar o no). Este simple botón hace que el alumno trabaje incansablemente hasta llegar a la solución correcta del ejercicio, quedando almacenado cada uno de sus intentos para que el profesor vea su evolución.

### **Resultados**

Como marco experimental para poner en funcionamiento esta nueva metodología de evaluación, se utilizaron las prácticas de laboratorio (PL) de uno de los grupos de álgebra de los Grados de Ingeniería de la Escuela Politécnica de Gijón del curso 2017-2018. Además, se ha tomado como grupo de control para poder realizar comparaciones, uno de los grupos de esa misma asignatura del curso 2017-2018. Dada la obligatoriedad que tienen las prácticas de laboratorio, nos encontramos con un pequeño grupo de alumnos que tan solo realizaban las mismas pero luego no realizaban los exámenes escritos de la asignatura, por lo que, para obtener unos resultados más fiables, nos hemos centrado en los alumnos que se han presentado al examen final de la asignatura.

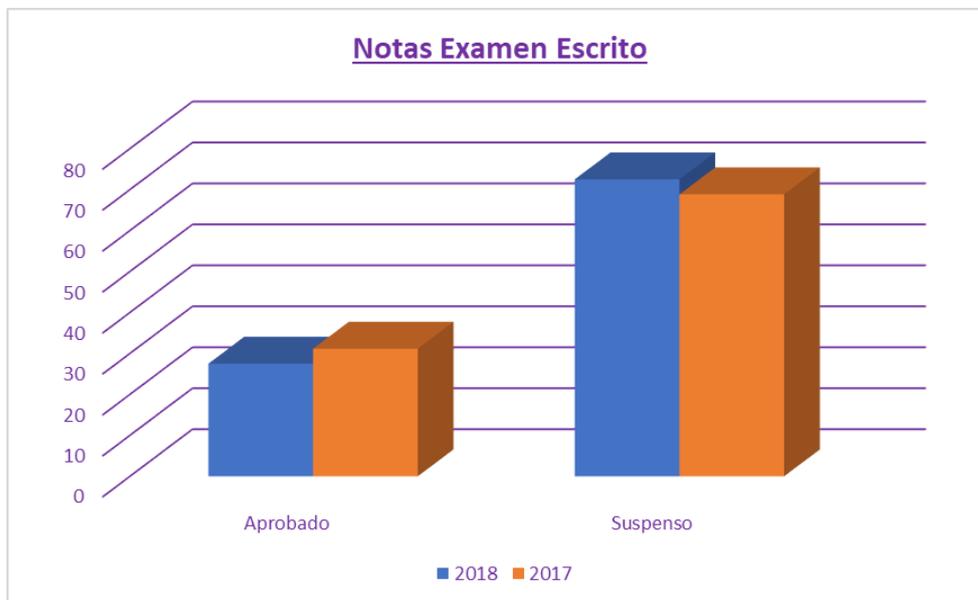
De este modo, contamos con dos grupos de alumnos sobre la misma asignatura de los que se han recogido sus notas de PL y del examen escrito. En este sentido, la primera pregunta que se nos plantea es: ¿Existe alguna diferencia en el porcentaje de aprobados utilizando esta nueva metodología de evaluación? Más aún, en caso de haber diferencias, ¿son éstas significativas?



**Figura 1. Porcentaje de aprobados y suspensos en las PL en los dos grupos de estudio.**

Como se puede observar en la Figura 1, se ha producido un cambio muy significativo en el porcentaje de alumnos que aprueban las PL. Aunque esto pueda parecer contraproducente, ya que el aumento de los suspensos casi se duplica, estos datos se ajustan mucho mejor a la realidad de la asignatura si tenemos en cuenta que el porcentaje de aprobados en el examen escrito es el que se muestra en la siguiente Figura 2:

**EXPERIENCIA DE DESARROLLO Y EVALUACIÓN DE PRÁCTICAS UTILIZANDO TIC**



**Figura 2. Porcentaje de aprobados y suspensos en el examen escrito en los dos grupos de estudio.**

Más aún, realizando una comparativa con una tabla de doble entrada, podemos observar cómo el porcentaje de alumnos que suspenden ambas pruebas y el porcentaje de alumnos que aprueban ambas pruebas son más elevados que los porcentajes de alumnos que suspenden una y aprueban la otra con la nueva metodología de evaluación. Esto es algo que podemos observar que no ocurría anteriormente, donde se encontraba un porcentaje muy elevado de alumnos que tenían aprobadas las prácticas y suspenso el examen escrito.

**Tabla 1. Porcentajes de aprobados y suspensos en ambas pruebas 2018.**

Porcentajes 2018	Aprueba PL	Suspende PL
Aprueba Esc	22.5	5
Suspende Esc	15	57.5

**Tabla 2. Porcentajes de aprobados y suspensos en ambas pruebas 2017**

Porcentajes 2017	Aprueba PL	Suspende PL
Aprueba Esc	27.27	3.9

*Jorge Jiménez Meana  
Antonio Palacio Muñiz  
María Luisa Serrano Ortega*

Suspende Esc	40.26	28.57
--------------	-------	-------

Por otro lado, se ha realizado un estudio más cuantitativo teniendo en cuenta las notas numéricas de cada uno de los alumnos, con el fin de observar el comportamiento de las notas de PL respecto a las del examen escrito con la nueva metodología. Los datos obtenidos se han resumido en la tabla siguiente:

**Tabla 3. Resúmenes numéricos de las variables en estudio.**

	Media	Desviación	0%	25%	50%	75%	100%
PL2018	4.0850	2.7516	0	2	4	6.25	8
Esc2018	3.8108	2.3211	0.17	1.77	3.68	5.25	8.80
PL2017	5.7753	2.5529	0	4	6	8	10
Esc2017	3.6208	2.0240	0	1.80	4	5.30	6.90

Se puede observar como la nota media de PL obtenida tras la implementación la nueva metodología de evaluación toma un valor similar al obtenido en la prueba escrita. Más aún, incluso si nos fijamos en los valores que toman los cuartiles, podemos ver como se aproximan considerablemente entre las dos pruebas realizadas en este curso. Esta última comparación, se puede apreciar mucho mejor si realizamos una representación gráfica (Figura 3) de estas variables por medio de un diagrama de cajas, que nos proporciona una idea mucho más visual de este comportamiento.

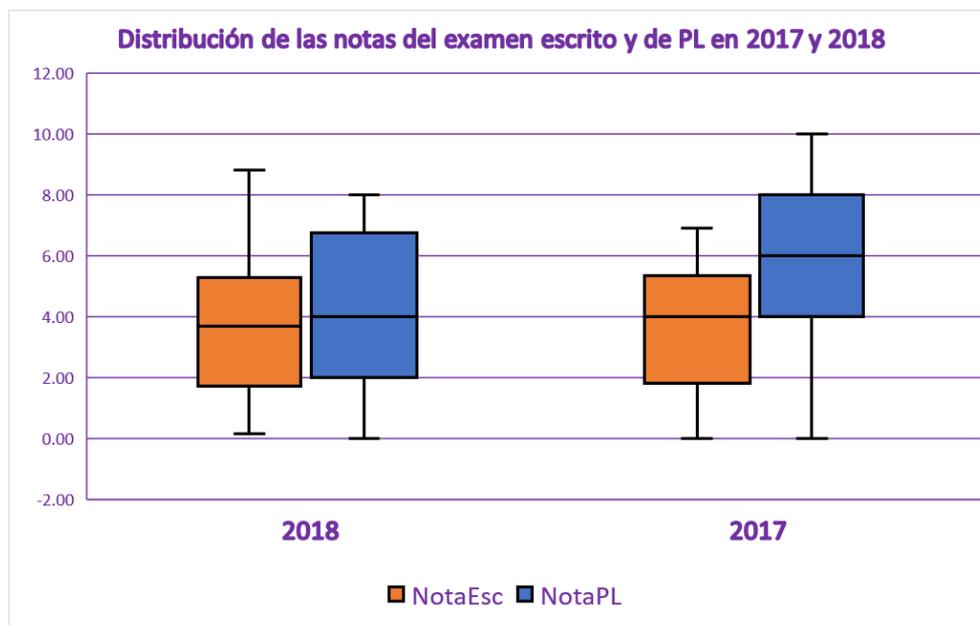


Figura 3. Distribución anual de las notas del examen escrito y de PL.

Podemos ver claramente como en el curso 2016-2017 existía una gran disparidad entre los valores obtenidos en las notas de ambas pruebas, diferencia que se ve ampliamente reducida en el curso 2017-2018 tras la implantación de la nueva metodología de evaluación de las PL.

### Conclusiones

A continuación se presentan algunas conclusiones del presente trabajo.

- C.1. La observación de los profesores que han utilizado el método es muy positiva debido a dos aspectos fundamentales:
  - a. Dado que el alumno puede comprobar en el momento si su respuesta es o no acertada, se esfuerzan y se concentran más en su propio trabajo.
  - b. Como cada alumno tiene sus problemas diferenciados y el profesor tiene acceso en tiempo real a los ficheros, éste puede interactuar con ellos, aconsejándoles e indicándoles dónde pueden tener errores.
- C.2. La carga de trabajo del profesor se reduce considerablemente a corto plazo, ya que la base de datos de preguntas que se generan es tan amplia a partir del primer curso que en poco tiempo no sería necesario generar preguntas nuevas.
- C.3. Con esta metodología, las notas del examen escrito y de prácticas de laboratorio se asemejan más, por lo que esta nueva forma de evaluación parece más adecuada.

Jorge Jiménez Meana  
Antonio Palacio Muñiz  
María Luisa Serrano Ortega

## Referencias

- Castillo, S., (2008). *Propuesta pedagógica basada en el constructivismo para el uso óptimo de las TIC en la enseñanza y el aprendizaje de la matemática*. Relime, 2, 171-194.
- Fidalgo, A., (2016). *La innovación docente y los estudiantes*. La cuestión universitaria. 7, 84-91.
- Polya, G. (1954). *How to solve it*. Princeton: Princeton University Press.
- Polya, G. (1957). *Mathematics and plausible reasoning*. Princeton: Princeton University Press.
- Polya, G. (1981). *Mathematical Discovery. On understanding, learning and teaching problem solving*. Princeton: Princeton University Press.
- Semenov, A.; Pereversev, L. y Bulin–Socolova, H. (2005). *Las tecnologías de la información y la comunicación en la enseñanza*. Manual para docentes. Montevideo, Uruguay: Trilce.
- [https://www.mathworks.com/help/pdf\\_doc/matlab/getstart.pdf](https://www.mathworks.com/help/pdf_doc/matlab/getstart.pdf)
- <https://personal.us.es/pmr/images/pdfs/manual-octave.pdf>
- [http://serviciosgate.upm.es/docs/moodle/manual\\_moodle\\_3.0.pdf](http://serviciosgate.upm.es/docs/moodle/manual_moodle_3.0.pdf)



## Diseño e implementación de una herramienta de coordinación de los títulos que se imparten en la Escuela de Ingenierías Industriales

Arroyo, S. ; Aranda, C. ; Blázquez, E.B. ; De Andrés, J.R. ; De Cózar, O. ; Del Pino, C. ; Fernández, A. ; Guerra, A.J. ; Moya, M.V. ; Rodríguez, A.

<sup>a</sup>Universidad de Málaga, [subca.eii@uma.es](mailto:subca.eii@uma.es) [silvi@uma.es](mailto:silvi@uma.es)

---

### **Abstract**

*After the signing of the Bologna Declaration in 1999 new goals in the quality of Higher Education were established to build graduate programs according to the requirements of today's social and economical reality plus associated coordination between subjects. For this reason, the Head of the Faculty of Industrial Engineering at Malaga University, which is the largest Faculty regarding number of students, has promoted horizontal and vertical coordination mechanisms. To that end, it has been designed and developed a new tool under the Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment (MOODLE). This novel program allows teachers to ease their classroom activities properly as well as the daily work of coordinators from different degrees and, consequently, the management of the Head of the Faculty. In this paper we analyze the advantages and drawbacks of this new tool that has been used during the academic year 2017-18.*

**Keywords:** *coordination, quality, innovation, Virtual Campus.*

---

### **Resumen**

*La declaración de Bolonia en torno al Espacio Europeo de Educación Superior (EEES) lleva asociadas tareas de coordinación tanto a nivel horizontal como vertical para una correcta implantación de los distintos títulos universitarios. Por ello, se hace necesario el diseño y la implementación de una herramienta que, a nivel de Centro, establezca los mecanismos para*

*Título de la ponencia*

*adecuar las actividades docentes, facilitando la labor del profesorado, de los coordinadores de título y de la propia dirección del Centro. La Escuela de Ingenierías Industriales es el centro más grande de la Universidad de Málaga, y la coordinación imprescindible para su correcto funcionamiento. En este artículo se presenta el diseño detallado de una sala virtual bajo la plataforma Moodle, que se ha desarrollado como plan de mejora durante este curso académico.*

**Palabras clave:** *coordinación, calidad, innovación, Campus Virtual.*

## **Introducción**

La Escuela de Ingenierías Industriales (EII) nace en agosto del 2016 (Decreto 140/2016, de 2 de Agosto; BOJA 151 de 8 de Agosto de 2016) fruto de la unión de la Escuela Politécnica Superior y la Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial. Se trata, por tanto, de un centro nuevo que debe tener su propia identidad al ser, también, el más grande de la Universidad de Málaga, con cerca de 4.300 alumnos, 430 profesores, 8 titulaciones de grado y 7 titulaciones de master.

Entre los objetivos estratégicos de la EII se contempla el “fomento de una cultura de la EII como centro integrador, moderno, dinámico y respetuoso con todos los miembros de la comunidad universitaria”, así como un “compromiso firme con la Responsabilidad Social, incentivando la eficiencia en los procesos, el desarrollo de las personas, la innovación, la transparencia y la sostenibilidad ambiental”, entre otras (Memoria de Resultados 2015/16).

De otra parte, el EEES implica llevar a cabo tareas de coordinación para una correcta implementación de los títulos. Ello hace necesario diseñar procesos que permitan a los centros establecer mecanismos en este ámbito para adecuar las actividades docentes -entre las que se encuentra la gestión académica- a las exigencias requeridas (Torrego y Ruiz, 2011).

Consideramos fundamental que un centro tan complejo, tanto por la naturaleza de los títulos que imparte como por sus dimensiones, debe disponer de una plataforma que permita llevar a cabo una efectiva coordinación, facilitar la labor a los profesores en los nuevos requerimientos a los que deben hacer frente (al margen de la docencia) y que sea de la máxima transparencia y accesibilidad a los grupos de interés que la precisen. Es de vital importancia que los docentes se impliquen en la calidad de la enseñanza y su seguimiento, imprescindible que exista comunicación entre ellos y una correcta información.

En este sentido, se ha optado por utilizar el Campus Virtual de la Universidad de Málaga, al ser una plataforma conocida y utilizada por los docentes de nuestra Escuela. El objetivo es facilitarles la tarea lo máximo posible, y no cargarlos con más trabajo de tipo administrativo,

ya que, como señalan Gallego et al. (2011) la coordinación entre profesores supone una gran inversión en tiempo no reconocida en la carrera universitaria.

El presente trabajo detalla la plataforma diseñada a este respecto, a la que hemos denominado “Sala de profesores”.

### **Trabajos relacionados**

El planteamiento de partida fue pensar en una plataforma lo más adecuada y simple posible para una Escuela tan compleja como la nuestra, por lo que nos centramos única y exclusivamente en tratar de dar soluciones sencillas al profesorado pensando en la configuración actual de la Escuela de Ingenierías Industriales.

### **Metodología**

Una vez diseñada por parte del equipo de dirección de la EII la « Sala de profesores » en Campus Virtual, se realiza una reunión de coordinación el 17 de octubre de 2017 donde se presenta una primera versión de dicha plataforma a los Coordinadores de los títulos (grado y máster) al objeto de que valoren su idoneidad y/o aporten ideas que vengan a mejorar la utilidad de la misma. También se pregunta su opinión para aprobarla como herramienta de coordinación. Todos los asistentes muestran su acuerdo con la misma y decide adoptarse por unanimidad. Posteriormente, se informa en Junta de Escuela y se acuerda enviar un mail, por parte del Director, a todo el personal docente con docencia en la EII, donde se adjunta una presentación explicativa de la nueva plataforma. Además, la Subdirección de Calidad e Innovación Educativa se pone a disposición del PDI para resolver cualquier tipo de duda que pueda surgir al respecto. En la actualidad, además de esto, se nos ha concedido un curso de « Formación del Personal Docente e Investigador », donde se dará a conocer y se explicará con más detalle el objetivo y composición de dicha « Sala de profesores » a los docentes que lo soliciten.

Por tanto, el modelo que se presenta en este trabajo muestra la plataforma tal y como queda aprobada y con la misma estructura básica para todos los títulos, si bien, entendemos que puede haber algún grado o máster que, por su naturaleza, pueda requerir de algún recurso adicional para facilitar las tareas de gestión y comunicación. En este sentido, cada Coordinador de título dispone de permiso de administración para añadir alguna utilidad que considere especialmente adecuada para gestionar su titulación con los docentes, respetando siempre los principios de simplicidad, utilidad y facilidad de manejo. De forma general, la plataforma se administra desde la Subdirección de Calidad e Innovación Educativa y la Subdirección de Infraestructuras.

Pasamos a continuación a explicar brevemente la estructura de dicha plataforma y sus principales herramientas.

### *Título de la ponencia*

Al iniciar la sesión en la Sala de profesores de Campus virtual -donde cada profesor accede con su clave personal-, aparece un formato de pestañas (figura 1) en el que, con excepción de la primera, cada una corresponde a un título de la EII. Esta estructura permite al profesor encontrar de forma sencilla y directa la información más relevante del título que le interese, sin tener que leer contenidos que no le sean de utilidad. La EII cuenta en la actualidad con 8 títulos de grado y 7 master. En un principio, para poder testear la plataforma, se decidió comenzar recogiendo (en orden alfabético) todos los grados y el máster de ingeniería industrial, que es el habilitante ofrecido por el centro. Esta versión es presentada en una reunión de coordinación para su aprobación donde además se informa a los coordinadores del resto de másters de la EII que pueden solicitar un espacio propio en la plataforma si así lo precisan, a través de la Subdirectora de Calidad e Innovación Educativa. A fecha de elaborar el presente trabajo, el coordinador del máster en sistemas inteligentes en energía y transporte ha solicitado un espacio, que queda reflejado en la última pestaña que recoge la figura 1.

**Figura 1. Sala de Profesores de la EII (Campus Virtual)**

**Información** GID GIEL GIEI GIERM GIEN GIM GIOI GITI MII MSJET

Novedades y anuncios  
Calendario Académico 2017/18  
Conferencia día XXX  
Borrador Reglamento de PFG/TFG

Documento del borrador y documento para sugerencias

### INCIDENCIAS Y/O AUSENCIAS

Dado que la impartición de la docencia de las asignaturas con un alto grado de experimentalidad no siempre se realiza en el mismo aula; y, con el objetivo de facilitar la localización del grupo/asignatura por parte de la inspección de servicios, se ha habilitado en cada uno de los grados una herramienta denominada "Cronogramas de las asignaturas", donde cada profesor puede subir la planificación de la misma.

En cualquier caso, se puede dar alguna circunstancia sobrevenida (enfermedad, ...) que impida el normal desarrollo de la docencia para lo cual se ha habilitado el siguiente cuestionario de incidencias, donde el profesor que lo desee puede cumplimentarla. Todo ello con objeto de evitar incidencias en una posible inspección de servicios.

Estas incidencias puntuales se deben anotar en este formulario, independientemente del título donde se produzcan.

**Una vez relleno el cuestionario, al final del mismo, no olvide pulsar el botón "Enviar el cuestionario".**

INCIDENCIA EN EL CRONOGRAMA

Los títulos que aparecen recogidos en las pestañas son :

Grado en Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo del Producto ; Grado en Ingeniería Eléctrica ; Grado en Ingeniería Electrónica Industrial ; Grado en Ingeniería Electrónica, Robótica y Mecatrónica ; Grado en Ingeniería de la Energía ; Grado en Ingeniería Mecánica ; Grado en Ingeniería en Organización Industrial ; Grado en Ingeniería en Tecnologías Industriales ; Máster en Ingeniería Industrial ; Máster en Sistemas Inteligentes en Energía y Transporte.

La primera pestaña se denomina « Información ». En ella se recogen una serie de herramientas, como son :

**Novedades y anuncios** es un foro para publicar información que el usuario de la página considere conveniente

**Calendario académico** del curso en vigor, actualmente 2017/18.

**Encuesta de satisfacción de actividades.** La EII es el centro más grande de la Universidad de Málaga, y su profesorado lleva a cabo una ingente labor. Para dejar constancia de dichas actuaciones, es necesario que los participantes cumplimenten un cuestionario anónimo que mide la satisfacción de la actividad. En este sentido, de cara al SGC es muy importante acreditar la participación y contar con un conjunto de respuestas representativo. Por todo ello se ha diseñado una plantilla del cuestionario y se pone a disposición de los profesores. Así, cada profesor que organice algún tipo de actividad en su asignatura puede copiar esta plantilla en su página y cambiarle el título, o bien solicitar a la Subdirección de Calidad que active el cuestionario para su cumplimentación en la fecha de dicho evento.

Para facilitar e incentivar las respuestas, se ha diseñado un enlace web y un código QR que dirigen a dicho cuestionario para que cualquier asistente a una actividad organizada por un profesor de la EII (sea o no miembro de la comunidad universitaria) puede contestar -por cualquiera de las dos vías- de forma totalmente anónima al mismo desde su teléfono móvil, tablet o portátil. Es importante matizar que, antes de dar por bueno este sistema, la Subdirectora de Calidad realizó una prueba con sus alumnos en un taller organizado por el Servicio de Cooperación Empresarial donde se daba la opción a los asistentes -estudiantes de segundo curso del Grado en Ingeniería de Organización Industrial- de elegir entre el anterior formato papel, el enlace web o el código QR. Todos los participantes decidieron optar por el formato web o QR y ninguno por el formato papel, dada su simplicidad y ahorro de tiempo. Esto reforzó el convencimiento, por parte del equipo de dirección, de eliminar el formato papel, lo que contribuye (aunque sea de forma modesta) al compromiso adquirido por la EII relativo a la « sostenibilidad ambiental » dentro de la Responsabilidad Social. Todo lo anterior no excluye que el profesor que así lo desee pueda utilizar el formato papel para medir la satisfacción de la actividad y trasladar luego estos resultados a la Subdirección de Calidad aunque cabe señalar que, desde la puesta en funcionamiento de esta plataforma, los docentes que han llevado a cabo algún tipo de evento han adoptado simultáneamente la dirección web

*Título de la ponencia*

y el código QR al suponer para el profesor un ahorro de tiempo y trabajo, pues las respuestas llegan directamente a la Subdirección de Calidad, liberando de esta tarea al profesorado.

La figura 2 muestra la estructura de este recurso donde, en primer lugar, aparece un desplegable en el que el asistente selecciona la titulación de la EII bajo la que se está realizando el evento para, posteriormente, contestar mostrando su grado de satisfacción con el mismo. Esta tarea consume pocos segundos y elimina la incomodidad y el tiempo de tener que pasar el cuestionario en papel por toda la sala, además, pensamos que puede elevar el número de respuestas al permitirse a los asistentes poder contestar dentro del plazo que el organizador estime oportuno, y no justo al terminar el evento. Se solía dar el caso de que algún asistente tuviera alguna clase o compromiso justo al finalizar el acto y no contestaba el cuestionario. De esta forma, se puede prorrogar el plazo para enviar cumplimentada la misma porque, como anteriormente se ha comentado, lo interesante es contar con una muestra representativa de respuestas que permitan valorar de forma correcta la calidad del evento.

**Figura 2. Encuesta de satisfacción de actividades**

Encuesta anónima pública de la asignatura 'Sala de profesores de la Escuela de Ingenierías Industriales (2017-18)'

Vista Todas las respuestas (3) Ajustes avanzados Preguntas Previsualización

Encuesta satisfacción actividades

\*1

Titulación:

Elegir...

\*2

Evalúe su grado de satisfacción en relación a los aspectos que se señalan de acuerdo a la siguiente escala:  
1=Muy insatisfecho, 2=Insatisfecho, 3=Indiferente, 4=Satisfecho, 5=Muy satisfecho

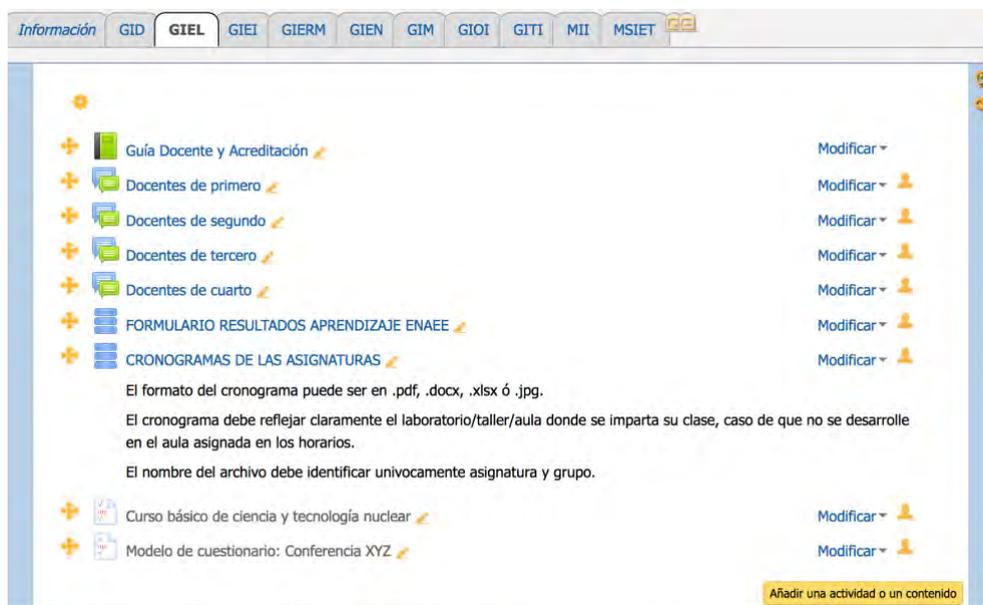
	1	2	3	4	5
1. Proceso de información y difusión de la actividad	<input type="radio"/>				
2. Organización de la actividad	<input type="radio"/>				
3. Contenido del programa de la actividad	<input type="radio"/>				
4. Utilidad de la materia impartida	<input type="radio"/>				

Enviar el cuestionario

**Incidencias en el cronograma.** De cara a una inspección de servicios, se permite indicar cualquier incidencia que le surja al docente y que afecte a lo establecido en el cronograma de su asignatura.

La estructura de cada título se mantiene a lo largo de toda la página, por lo que se describirá brevemente una de ellas a modo de ejemplo.

**Figura 3: Ejemplo de la estructura de un título (Grado Ingeniería Eléctrica)**



**Guía Docente y Acreditación.** Se ha diseñado un libro donde el profesor puede consultar, de forma rápida (pinchando en el enlace que le interese), en base a su titulación, asignatura y curso, la información recogida en la memoria de verificación en cuanto a contenido, sistema de evaluación y competencias. Detallamos a continuación el índice de dicho libro, cabe señalar que todos son enlaces activos que conducen directamente a la información demandada:

Por ejemplo, si un profesor que imparte la asignatura « Análisis de redes eléctricas » quiere consultar el contenido y evaluación recogidos en la Memoria de verificación del grado específicamente para su asignatura, solo tiene que pinchar en el libro, a continuación en el

*Título de la ponencia*

capítulo correspondiente (capítulo 2) y, por último, pinchar en su asignatura específica, lo que le permitirá acceder a toda la información tal y como refleja la figura 5. En cuanto a este formato, señalar que el equipo de dirección de la antigua Escuela Politécnica Superior desarrolló una base de datos que incorporaba estos aspectos (Moya et al., XXXX).

**Figura 4. Índice del recurso « Guía docente y acreditación »**

Índice	Guía Docente y Acreditación
1 Información de interés	
2 Contenido y evaluación por asignaturas de la Memoria de Verificación	<b>2 Contenido y evaluación por asignaturas de la Memoria de Verificación</b>
2.1 PRIMERO	
2.2 SEGUNDO	
<b>2.3 TERCERO</b>	<b>2.3 TERCERO</b>
2.4 CUARTO	Análisis de redes eléctricas
2.5 OPTATIVAS	Ingeniería gráfica y topografía
3 Competencias	Instalaciones de baja y media tensión
3.1 PRIMERO	Máquinas eléctricas 1
3.2 SEGUNDO	Máquinas eléctricas 2
3.3 TERCERO	Motores térmicos
3.4 CUARTO	Oficina técnica
3.5 OPTATIVAS	Regulación automática
4 Resultados de aprendizaje y ENAEE	
4.1 PRIMERO	
4.2 SEGUNDO	
4.3 TERCERO	
4.4 CUARTO	
4.5 OPTATIVAS	
5 Anexo	

**Figura 5 : Ejemplo de la asignatura « Análisis de redes eléctricas »**

### Contenidos y sistema de evaluación recogidos en Memoria Verificación

Area: Ingeniería Eléctrica			
Código Asig.: IE301	Asignatura:	ANÁLISIS DE REDES ELÉCTRICAS	
Código Tit.: 1033	Titulación:	INGENIERIA ELECTRICA	
Curso: 3	Semestre: 15	Créditos: 6	Carácter: OB

**CONTENIDOS VERIFICA** SISTEMAS TRIFÁSICOS DESEQUILIBRADOS  
 RESONANCIA  
 RÉGIMEN TRANSITORIO  
 REDES BI-PUERTA  
 ANÁLISIS DE CIRCUITOS ELÉCTRICOS NO-LINEALES

**EVALUACIÓN VERIFICA** La evaluación de la asignatura tendrá tres contribuciones:  
 - La evaluación continua (25%): Se realizará mediante entrega de trabajos, exposiciones y pruebas de conocimientos repartidas a lo largo del curso.  
 - El trabajo de laboratorio (15%): Se evaluará atendiendo a la participación del alumno en las prácticas y la realización de guiones. La asistencia al laboratorio es obligatoria.  
 - Examen final (60%): Los conocimientos y habilidades adquiridos durante el curso se evaluarán mediante un examen final.  
 Para superar la asignatura será necesario obtener un mínimo del 50% de la puntuación correspondiente al examen final.

Volviendo a la estructura reflejada en la figura 3, nos encontramos a continuación con unos foros de noticias denominados : « Docentes de primero ; de segundo ; de tercero y de cuarto » donde los profesores de un mismo curso podrán comunicarse para tratar asuntos relacionados con el curso y grado pertinente. Por ejemplo, anunciar la realización de un parcial, un conferencia, solicitar un cambio de hora puntual con otro profesor, etc.

En cada título aparece la herramienta « Cronograma de las asignaturas » donde cada docente puede subir su cronograma por asignatura y grupo en cualquier formato. También puede modificarlo subiendo un nuevo cronograma. Se considerará el último que aparezca a los efectos de la inspección de servicios.

Consideramos fundamental la herramienta « Formulario resultados de aprendizaje ENAEE ». En el ámbito de las ingenierías, existe el sello de calidad EUR-ACE. Es un certificado concedido por una agencia autorizada por ENAEE (European Network for Accreditation of Engineering Education) a una universidad respecto a un título de ingeniería de grado o máster evaluado según una serie de estándares definidos, de acuerdo con los principios de calidad, relevancia, transparencia, reconocimiento y movilidad contemplados en el EEES. Este proceso con sello de calidad adicional se implementa en el programa ACREDITA-PLUS (ANECA, 2015) e incorpora una nueva dimensión donde se analiza que exista alineación entre los resultados del aprendizaje y los establecidos por la ENAEE. Estos resultados de aprendizaje son públicos y se recogen en ANECA (2015).

A este respecto, cabe señalar que la antigua EPS diseñó (marzo 2015) un formulario individualizado para cada asignatura en el que se relacionaban todos los resultados de aprendizaje ENAEE, solicitando a los Directores de Departamento y/o Coordinadores de Área que remitiesen la información a la Subdirección de Calidad (Moya et al., 2015).

**Figura 6. Formulario para indicar los resultados de aprendizaje ENAEE de la asignatura**

**FORMULARIO RESULTADOS APRENDIZAJE ENAEE**

Seleccione los resultados de aprendizaje para su asignatura, máximo 10 (\*) que alcanzan los estudiantes e indique el número de horas asignado a cada resultado:  
(\*)Tenga en consideración que deben estar relacionados con las actividades formativas y los sistemas de evaluación establecidos en la asignatura.

Ver como lista Ver uno por uno Buscar **Añadir entrada** Exportar Plantillas Campos Ajustes predefinidos

**Nueva entrada**

**Asignatura**  
Escoge

**Seleccione los resultados de aprendizaje para su asignatura, máximo 10 (\*) que alcanzan los estudiantes e indique el número de horas asignado a cada resultado:**  
(\*)Tenga en consideración que deben estar relacionados con las actividades formativas y los sistemas de evaluación establecidos en la asignatura.

**ENAEE1 CONOCIMIENTO Y COMPRENSIÓN**

Id Resultado de aprendizaje

CC1 Conocimiento y comprensión de los principios científicos y matemáticos que subyacen a su rama de ingeniería  
Horas

CC2 Una comprensión sistemática de los conceptos y aspectos clave de su rama de ingeniería  
Horas

CC3 Un conocimiento adecuado de su rama de ingeniería que incluya algún conocimiento a la vanguardia de su campo  
Horas

CC4 Conciencia del contexto multidisciplinar de la ingeniería  
Horas

**FORMULARIO RESULTADOS APRENDIZAJE ENAEE**

Seleccione los resultados de aprendizaje para su asignatura, máximo 10 (\*) que alcanzan los estudiantes e indique el número de horas asignado a cada resultado:  
(\*)Tenga en consideración que deben estar relacionados con las actividades formativas y los sistemas de evaluación establecidos en la asignatura.

Ver como lista Ver uno por uno Buscar **Añadir entrada** Exportar Plantillas Campos Ajustes predefinidos

**Nueva entrada**

**Asignatura**

- ✓ Escoge
- PRIMERO
- Álgebra Lineal
- Ampliación de cálculo
- Análisis vectorial y estadístico
- Cálculo
- Expresión gráfica
- Física 1
- Física 2
- Fundamentos de informática
- Gestión de empresas
- Química
- SECUNDO
- Automática
- Ciencias de los materiales
- Fundamentos de electrónica
- Fundamentos de ingeniería eléctrica
- Ingeniería de fabricación
- Mecánica de fluidos
- Resistencia de materiales

**Seleccione los resultados de aprendizaje para su asignatura, máximo 10 (\*) que alcanzan los estudiantes e indique el número de horas asignado a cada resultado:**  
los con las actividades formativas y los sistemas de evaluación establecidos en la asignatura.

ntíficos y matemáticos que subyacen a su rama de ingeniería

aspectos clave de su rama de ingeniería

ería que incluya algún conocimiento a la vanguardia de su campo

CC4 Conciencia del contexto multidisciplinar de la ingeniería  
Horas

De esta manera, accediendo a un sencillo desplegable, el docente selecciona su asignatura, pasa a completar el listado de competencias ENAEE que considere que incorpora la misma y, una vez terminada la tarea, simplemente le da al botón « enviar ». Consideramos que esto simplifica y agiliza enormemente el proceso y puede suponer una motivación para el docente a la hora de enviar dicha información al Centro.

### **Resultados**

Aunque la plataforma lleva muy pocos meses en funcionamiento y, por tanto, no podemos analizar su grado de utilidad, sí queremos destacar las principales fortalezas y debilidades que encontramos

<b>FORTALEZAS</b>	<b>DEBILIDADES</b>
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Permite la coordinación entre los títulos que integran la EII, ofreciendo una imagen de uniformidad y transparencia.</li> <li>2. Facilita labores relacionadas con el SGC como son la “encuesta de satisfacción de actividades” y la recopilación de competencias ENAEE por asignaturas y títulos de cara a una futura acreditación.</li> <li>3. Promueve la comunicación y el intercambio de información entre docentes, además de simplificar sus tareas de coordinación y gestión.</li> <li>4. Campus Virtual es conocido y utilizado por la gran mayoría del PDI lo que incentiva su utilización, al no precisar una formación específica previa para su manejo.</li> <li>5. Se trata de una plataforma dinámica, con lo que puede ir mejorando y adaptándose a los nuevos requerimientos que vayan surgiendo, bien sean relacionados con la coordinación o con el SGC.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. El PDI ha visto incrementada notablemente su carga de trabajo en los últimos años debido a la desfavorable coyuntura económica, por lo que podría no tener incentivos suficientes para hacer un uso óptimo de este recurso.</li> <li>2. La labor de los Coordinadores de título como elemento dinamizador de la plataforma es fundamental para que exista una efectiva coordinación, por lo que podrían darse diferencias notables de utilización entre diferentes títulos de la misma Escuela.</li> <li>3. Desconocimiento, por una parte del sector PDI de la importancia que tienen algunos recursos, especialmente el relativo a la “encuesta de satisfacción de actividades” y “competencias ENAEE” para una correcta gestión de la EII.</li> </ol>

--	--

## Conclusiones

La EII es un centro nuevo, con una identidad propia y unos objetivos estratégicos adecuados que deben servir de referente tanto al mundo académico como al profesional. Los compromisos adquiridos con las personas que integran la comunidad universitaria deben servirnos de guía para desarrollar herramientas que faciliten la realización de las nuevas tareas que se exigen al profesorado y que no están directamente ligadas con la impartición de la docencia.

En este sentido, desde el Equipo de Dirección hemos tomado conciencia de la necesidad de motivar al profesorado en el empleo de esta herramienta, por lo que hemos solicitado la impartición de un curso de “Formación del PDI” que permita incentivar su utilización y obtener una retroalimentación para poder incorporar o, en su caso, modificar, ítems de la página en aras de su mejora.

La iniciativa que hemos puesto en funcionamiento va en la línea de los objetivos marcados por la Escuela, sin embargo, habrá que esperar al menos un curso académico para poder obtener unos resultados que nos permitan valorar su idoneidad y posibles mejoras. No obstante, mantenemos diferentes reuniones con los coordinadores con el objetivo de adaptar la herramienta a las particularidades específicas de cada Título.

## Referencias

- Gallego, J.R. ; Redondo, A. ; Lorente, R. ; Benedito, A. (2011) : *La coordinación entre profesores como base del nuevo aprendizaje universitario*. Arxius, 24, pp. 119-134.
- Memoria de resultados 2015/16, documento disponible en <http://www.eii.uma.es>
- Moya, M.V. ; Aranda, M.C. ; De Cózar, O. ; Fernández, A. ; Guerra, A. ; Molina, R. ; De las Peñas, I y Rodríguez, A. (2015). *Procedimiento para la incorporación de resultados de aprendizaje en las guías docentes, orientado a la acreditación de títulos de Grado en Ingeniería*. Libro de Actas del 23 Congreso Universitario de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas, pp. 77-88.
- Moya, M.V.; De Cózar, O.; Fernández, A.; Guerra, A.; Miranda, A.; Molina, R.; De las Peñas, I.; Rodríguez, A. (2014): *Coordinación docente en enseñanzas adaptadas al EEES. Aplicación a un centro de ingeniería*.
- Torrego, L. y Ruiz, C. (2011): *La coordinación docente en la implantación de los títulos de Grado*. Revista electrónica interuniversitaria de formación del profesorado, 39 (14, 4). Diciembre, pp. 31-40.



## Marco de Análisis de los Intereses y Voz de las Asociaciones de Estudiantes

Irene Martín-Rubio<sup>a</sup>, Diego Andina<sup>b</sup> y José Antonio Lozano Ruiz<sup>c</sup>

<sup>a</sup>Dpto. Ing. Org. Admón de Emp y Est –ETSIDI-UPM, [irene.mrubio@upm.es](mailto:irene.mrubio@upm.es), <sup>b</sup> Grupo Innovación Educativa Risk-Metrics .ETSIT –UPM, [d.andina@upm.es](mailto:d.andina@upm.es), <sup>c</sup>Dpto. Ing. Mec., Quím. y Diseño Ind. –ETSIDI-UPM, [joseantonio.lozano@upm.es](mailto:joseantonio.lozano@upm.es) - UPM (Universidad Politécnica de Madrid)

---

### **Abstract**

*The number of associations in our centers is growing. The objective of this paper is to offer a framework for the analysis of students association' practices and form of interaction, in order to achieve greater quality in all university' processes. If we reveal the characteristics of their motivations, we can understand their contradictions and the factors that inhibit or facilitate interactions with the rest of univeristy stakeholder (professors, researchers, administrative, service staff and external personnel).*

**Palabras clave:** *students association, stakeholder theory, university quality*

---

### **Resumen**

*El número de asociaciones en los centros está creciendo. El objetivo del trabajo es ofrecer un marco de análisis para entender sus prácticas y forma de interacción, de forma que se consiga mayor calidad en todos los proceso. Si revelamos las características de sus motivaciones, podemos entender sus contradicciones y los factores que inhiben o facilitan las interacciones con el resto de estamentos que actúan en la Universidad (profesorado, investigadores, administrativos, personal externo y de servicios).*

**Keywords:** *Asociación de Estudiantes, teoría de agentes, calidad universitaria*

## **Introducción**

El desarrollo de las asociaciones de estudiantes y la promoción de sus intereses y su voz a través de distintos órganos y formas (como la consideración de buzones de quejas que ellos mismos gestionan) desafía el equilibrio tradicional de los intereses entre los diferentes grupos que interactúan en la universidad. Las asociaciones de estudiantes se configuran como un importante grupo de poder (Gil, 2016).

Estamos viviendo continuos cambios en nuestra sociedad y en nuestros centros universitarios dentro del marco de Bolonia, por lo que las relaciones entre los diferentes agentes que interactúan en la universidad son cada vez más complejas. La ambigüedad de estos fenómenos provocan grandes riesgos e incertidumbres en la sociedad (Morin y Orsini, 2014), de forma que se incrementa el nivel de la subjetividad en los diferentes procesos y actividades sociales, lo que contribuye a una mayor inestabilidad.

Dicha inestabilidad e incertidumbre supone una situación de riesgo en la que los estudiantes se desenvuelven y eligen oportunidades. Los estudiantes tratan de adaptarse a través de su participación en la comunidad universitaria, por lo que el número de asociaciones estudiantiles está creciendo (Hanson, 2014; Shumurygina et al. 2015). Sin embargo, en estudios previos se observa que el porcentaje de alumnos que participan en las mismas es inferior al 25%, al menos un 31% no desea formar parte, y su creación parte de la iniciativa de la dirección de las instituciones educativas (Shumurygina et al. 2015).

En nuestro estudio, tratamos de explicar las motivaciones para participar en asociaciones de la universidad, y poder entender su efecto en su interacción con el resto de agentes o partes involucradas en la universidad (PAS, PDI entre otros grupos). Aplicamos el enfoque de la teoría de agentes (Jawahar y McLaughlin, 2001) en el entorno universitario. En definitiva, pretendemos entender el impacto del desarrollo de las asociaciones de estudiantes en la gestión y calidad de las universidades.

## **Trabajos Relacionados**

Los estudiantes demuestran cada vez mayor ansiedad sobre su futuro, lo que se traduce en una menor salud mental y un comportamiento desestabilizante (Rouche y Rouche, 1999), de ahí que sea fundamental explorar la formación y desarrollo de la identidad de los estudiantes en los centros de educación superior (Hanson 2014).

Se han realizado estudios empíricos sobre las características de las asociaciones de estudiantes, sus motivaciones y sus expectativas de desarrollo en las universidades del Este de Rusia (Shmurygina et al. 2015), destacando la formación de una actitud responsable para poder gestionar dichas asociaciones.

Es importante gestionar la voz e intereses de forma profesional para asegurar la calidad de todos los procesos y evitar conflictos e incidentes críticos. Un incidente crítico es un suceso o perturbación inesperado emocionalmente impactante en la vida de una persona (Monereo et al. 2015). En la universidad surgen incidentes críticos en la convivencia, produciendo conflictos y alterando el proceso de enseñanza-aprendizaje en el aula. Además, la exposición continua a eventos desafiantes puede conllevar que se incremente el nivel de agresión en los puestos de trabajo, y que esto se vea mediado por los procesos y actitudes de autocontrol de los trabajadores (Douglas et al. 2008). Por otra parte, las organizaciones pueden contribuir a la paz y estabilidad social a través de las condiciones internas de trabajo en las organizaciones. Se trata de generar un procedimiento normativo y marco jurídico que garantice procesos justos en la gestión de intereses entre los diferentes grupos de poder (Milliken et al. 2015). La supervivencia y éxito de las organizaciones depende de la habilidad de la dirección para gestionar la generación de riqueza y satisfacción para todos los estamentos o grupos que participan en la misma (Clarkson, 1995; Jawahar y McLaughlin, 2001; Douglas et al. 2008; Milliken et al. 2015). En el ámbito universitario, se estudia el efecto de diferentes incidentes críticos en la motivación de las personas y la calidad de la universidad (Monereo et al. 2015). La resolución de incidentes críticos parte de la consideración de los estudiantes dentro de un marco jurídico justo.

## **Metodología**

Para ofrecer un modelo, que represente un marco de análisis de los intereses y voz de las asociaciones de estudiantes, integramos teorías e investigaciones que provienen de diferentes ámbitos a través de la teoría de los agentes en las organizaciones. Partimos de la consideración de los diferentes grupos de poder que participan en la universidad :

- 1- Estudiantes y sus asociaciones.
- 2- PDI (Personal Docente e Investigador) y sus representantes ( Juntas, Comités, sindicatos). Se puede considerar un grupo diferente a los investigadores que firman contratos dentro de proyectos de investigación.
- 3- PAS (Personal de Administración y servicios) y sus representantes (Juntas, Comités, sindicatos).
- 4- Cargos unipersonales y órganos colegiados que participan en la dirección de los centros y rectorado. Son PDI que con sus cargos representan a la universidad y que tienen ciertas responsabilidades.
- 5- Servicios externos : personal de limpieza, cafetería, reprografía (cuando es externo) y otros (servicios de consultoría, investigación, etc.).

Primero, nos centramos en la revisión de la motivación de los estudiantes en su participación en sus asociaciones. A continuación, a través de la comprensión de las interacciones entre los diferentes grupos o estamentos que interaccionan en la universidad, revisamos el efecto

*Marco de análisis de los intereses y voz de las asociaciones de estudiantes.  
Framework for the analysis of students association' interests & voices.*

de la consideración de la voz e intereses de los estudiantes en las interacciones con los diferentes grupos con los que interactúan en la universidad, para mejorar la calidad de la gestión universitaria. Las relaciones entre los diferentes agentes en la universidad se vuelven cada vez más complejas al considerar no solo los centros docentes, sino también los centros e institutos de investigación, cómo espacios en donde se desarrollan las relaciones culturales, docentes e investigadoras de los estudiantes. Ofrecemos datos y ejemplos de la UPM para poder entender el marco de análisis que proponemos.

## Resultados

El proceso de creación de las asociaciones de estudiantes trata de integrarles socialmente y orientarles profesionalmente debido a la actitud consciente y responsable de los estudiantes, de las expectativas profesionales, culturales y éticas de la capacidad de auto-organización de los estudiantes en dichas asociaciones.

De esta forma, podemos encontrar, por ejemplo, que la Universidad de Bristol tiene 20170 estudiantes y más de 330 asociaciones gestionadas bajo la unión de asociaciones de estudiantes (sindicato o “students union”, configurado como empresa limitada por garantía y sin acciones, es decir, un tipo de empresa para gestionar ONGs en el Reino Unido). En la Universidad Politécnica de Madrid existen 133 asociaciones, 18 delegaciones de Centro con 38300 alumnos y 455 estudiantes registrados en Asociaciones (probablemente sus gestores). En las Tabla 1, 2 y 3 mostramos los datos de los grupos humanos (tipos de agentes) que interactúan en la calidad en la UPM.

**Tablas 1 y 2 : Datos de los Recursos Humanos y Estudiantes UPM, 2017**

<b>Personal Universidad</b>	
PDI	2976
PAS	1890
INVESTIGADORES CONTRATADOS (136 DOCTORES +278 PIF)	414

<b>Estudiantes</b>	
Grado	31387
Máster	4816
Doctorado	2108

**Tabla 2: Datos de Asociaciones de Estudiantes por Centros UPM, 2018**

<b>Centro UPM</b>	<b>Asociaciones</b>	<b>Delegado Centro</b>	<b>Delegado Mujer/Hombre</b>
<b>ETS Arquitectura</b>	11	1	H
<b>ETS Edificación</b>	6	1	M
<b>ETSI Aero. y Esp.</b>	12	1	H
<b>ETSI Agro. AY B.</b>	11	1	M
<b>ETSI Montes FyMN</b>	10	1	H
<b>ETSI Caminos,CYP</b>	13	1	H
<b>ETSI Telecom.</b>	13	1	M
<b>ETSI Navales</b>	12	1	H
<b>Facultad INEF</b>	3	1	H
<b>Rectorado</b>	1		
<b>ETSI Civil</b>	2	1	H
<b>ETSI Diseño Ind.</b>	7	1	M
<b>ETSI Minas y Energ</b>	5	1	H
<b>ETSI Industriales</b>	11	1	H
<b>ETSI Informáticos</b>	7	1	H
<b>ETSI Sist. Informát.</b>	6	1	M
<b>ETSI Sist. Telecom</b>	9	1	M
<b>ETSI Topog. GyC</b>	5	1	H
<b>Centro S. D. Moda</b>		1	M
<b>TOTAL</b>	144	18	7 M y 11 H

Fuente: [www.upm.es](http://www.upm.es), <http://www.upm.es/Estudiantes/Asociaciones/RelacionAsociaciones>

*Marco de análisis de los intereses y voz de las asociaciones de estudiantes.  
Framework for the analysis of students association' interests & voices.*

Si observamos otras universidades, como la Universidad Las Palmas de Gran Canaria, la delegada de estudiantes de la universidad da la bienvenida en los siguientes términos (<http://cest.ulpgc.es/>):

“Estimado/a compañero/a:

Bienvenido a la página web del Consejo de Estudiantes, la máxima instancia ejecutiva de la Asamblea de Representantes, máximo órgano de representación y coordinación estudiantil en el ámbito de la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria.

Este órgano de representación nace con un fuerte espíritu reivindicativo después de un proceso largo en el que tanto el estudiantado representante en el Claustro Universitario, como diferentes representantes de Delegaciones de Estudiantes, han podido participar en la elaboración de su reglamento de organización y funcionamiento hasta llegar finalmente a la aprobación del mismo en el Consejo de Gobierno de la ULPGC, habiendo pasado previamente por una revisión consensuada de la normativa por parte del equipo rectoral y representantes del estudiantado.

Los y las estudiantes de nuestra Universidad deben recuperar el espíritu reivindicativo que vio nacer a la misma hace casi 26 años en la isla de Gran Canaria. La Universidad debe servir como lugar de encuentro e intercambio de ideas, así como para madurar e involucrarse en los movimientos sociales de nuestro entorno.

El Consejo de Estudiantes actuará de interlocutor entre el estudiantado y el equipo rectoral así como las diferentes instituciones públicas con competencias en materia educativa y de universidades a fin de mejorar nuestra institución. Asimismo, promoveremos actividades culturales, deportivas, sociales, saludables y de participación estudiantil con la finalidad de involucrar a todo nuestro colectivo en la toma de decisiones que nos afecta en el día a día, defendiendo la universidad pública...”

Las asociaciones de estudiantes desafían la gestión y calidad de los modelos tradicionales de la universidad. Por ello, es importante, considerar el desarrollo del grado de madurez de dichas asociaciones. Las asociaciones de estudiantes se configuran como un importante grupo de poder (Gil, 2016) y por tanto, pueden desencadenar actitudes que agredan los intereses en los puestos de trabajo del PDI, PAS y servicios externos de la universidad.

La buena gestión de las asociaciones depende de las actitudes y motivaciones de sus integrantes para participar en la vida universitaria y resolver los problemas que van surgiendo. Estas motivaciones pueden ser (Shumurygina et al. 2015) :

1. Ampliar el círculo social.
2. Satisfacción moral por estatus social en la universidad.
3. Evitar la soledad.
4. Ser conocido y famoso.

#### 5. Interés en el bienestar material.

La principal motivación es la primera, dada su edad. Los estudiantes, tratan de hacer amigos y contactos para tener la oportunidad de desarrollar su personalidad, a través de la comunicación con su grupo. En segundo lugar, se encuentra la satisfacción de obtener un estatus social en la organización por desarrollar actividades profesionales.

La Delegación de Alumnos integra a los representantes y delegados de cada clase. Por otra parte, dichas delegaciones pueden coordinar en cada centro diferentes Asociaciones. Los tipos de asociaciones de estudiantes puede ser de orientación social, deportiva, cultural, creativa, científica, y, otro tipo, como promoción igualdad sexual y campañas salud VIH.

Los estudiantes prefieren pertenecer a asociaciones diferentes a Delegación de Alumnos para poder desarrollar actividades extracurriculares, así como su profesión (Shumurygina et al.2015). A la Delegación pertenecen menos del 15% de los estudiantes. Hay estudiantes que pertenecen a varias asociaciones. Las direcciones de los centros universitarios consideran a las asociaciones como como una fuerza que resuelve problemas y promueve la calidad de los futuros profesionales, por eso promueven su creación.

El 50% de los estudiantes son tolerantes con las capacidades de otros compañeros, mientras que en el otro 50% se pueden encontrar algunas personas difíciles de tratar (Shumurygina et al. 2015). Si los elementos estructurales de la gestión encajan con la personalidad de los estudiantes que los realizan encontramos sinergias positivas, en caso contrario, pueden aparecer problemas de comportamiento organizativo y sinergias negativas.

Dado que la composición de las asociaciones de estudiantes y sus cargos cambia constantemente es importante considerar su formación, así como la personalidad de los representantes que facilitan el gobierno de las actividades de la asociación.

Pueden surgir conflictos por la confrontación de intereses entre diferentes grupos (Milliken et al. 2015). Para gestionar la paz laboral en el entorno académico, los estudios previos (Monereo et al. 2015), proponen generar un procedimiento normativo y marco jurídico que garantice procesos justos en la gestión de intereses entre los diferentes grupos de poder. En la universidad se trata de asegurar que la voz de los diferentes agentes, incluida la voz e intereses de los estudiantes, respeten dicho marco jurídico.

En este trabajo, proponemos un modelo de referencia para poder entender los efectos que las asociaciones de estudiantes tienen en las universidades. La universidad extiende sus relaciones formales e informales hacia las asociaciones de estudiantes. Dichas relaciones pueden impactar positiva o negativamente en el compromiso de todas las personas implicadas a través de su influencia en los estados cognitivos, estados emocionales y su vida en la comunidad (Milliken et al. 2015).

*Marco de análisis de los intereses y voz de las asociaciones de estudiantes.  
Framework for the analysis of students association' interests & voices.*

El modelo que proponemos pretende realizar un análisis micro-organizativo para entender el efecto de la gestión de la voz de los estudiantes y profesorado. La gestión de incidentes críticos es fundamental en el estado de ánimo y cognitivo de las personas que interactúan en los centros universitarios, y esto afecta a su identidad profesional y personal (Monereo et al. 2015). El marco de análisis que proponemos aparece en la figura 1.

**Figura 1 : Marco de análisis de la voz de los Estudiantes y su profesionalidad**



Fuente: Elaboración Propia a partir de Miliken et al. (2015) y Monereo (2015)

Nuestro modelo, considera las siguientes variables:

Sobre Condiciones Organizativas:

- 1) Gestionar la voz de clientes (estudiantes) y empleados:
  - a. Buzones de quejas y felicitaciones.
  - b. En órganos colegiados e individuales.
- 2) Justicia procedimental por parte de la cadena directiva de la organización para gestionar bien los intereses y actuaciones de los diferentes agentes que interactúan en la universidad.

*26 Congreso Universitario de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas (2018)*

Sobre Estados emocionales:

- 1) Satisfacción con la vida
- 2) Satisfacción con la universidad

Sobre Formas de Pensar o Estados Cognitivos:

- 1) El grado de cinismo, pesimismo, y, conexión con el sistema
- 2) La habilidad percibida de influir en el sistema

Sobre Resultados del Comportamiento:

- 1) En la salud: depresiones y otros problemas de salud.
- 2) Abuso de sustancias

Sobre Relaciones Informales en la organización:

- 1) Calidad y cantidad de lazos de amistad
- 2) Grado de arraigo en la comunidad

Sobre Actividades Extra-organizativas en la organización por pertenecer a una asociación:

- 1) Participación en la comunidad
- 2) Votar en determinados órganos representativos
- 3) Participar como voluntario en actividades caritativas
- 4) Participar en otras actividades culturales, sociales y deportivas

Sobre Compromiso con la Organización y/o con la Comunidad:

- 1) Paz o Conflicto Social

Se trata de prestar atención a los procesos a través de los cuales las iniciativas de los estudiantes (sobre todo, las carentes de profesionalidad) al alzar la voz afectan a los empleados y a la calidad de los centros universitarios, si no se trata profesionalmente. Sin embargo, estos comportamientos y actitudes están moldeados por prácticas organizativas, experiencias en el trabajo, y por el entorno legal que ampara un procedimiento justo para manifestar y defender diferentes opiniones. La estructura y cultura de una organización, especialmente, las prácticas que relacionan sus empleados y clientes (estudiantes en la universidad), así como las creencias sobre la viabilidad y el deseo de plantear inquietudes o sugerencias, pueden tener efectos importantes no solo en las personas sino cómo participan en sus comunidades.

¿Cómo alzan la voz actualmente las asociaciones de estudiantes? A modo de ejemplo, la delegación de estudiantes de la UPM gestiona el buzón de quejas anónimo de los estudiantes (<https://evalua.daupm.es/>), aprobado en Consejo de Gobierno en mayo de 2015 como base de datos protegida. A fecha de 31 de marzo de 2018, dicho buzón ha recogido 3125 partes,

*Marco de análisis de los intereses y voz de las asociaciones de estudiantes.  
Framework for the analysis of students association' interests & voices.*

552 de felicitación y 2573 de reclamación (ver Tabla 3). A través de dicho buzón los estudiantes son conscientes de su función y poder en la calidad de la universidad al poder expresar de forma anónima sus opiniones sobre el profesorado y los servicios de la universidad. A partir del 25 de mayo de 2018, la gestión de bases de datos protegidas deben cumplir el nuevo Reglamento General de Protección de Datos (RGPD) aprobado en abril de 2016 por la Unión Europea. El nuevo Reglamento es muy estricto, por lo que las sanciones a las organizaciones pueden llegar al 4% de la facturación anual mundial o a los 20 millones de euros (lo que sea mayor). En definitiva, las situaciones de riesgo actualmente reclaman una buena gestión por parte de todos los integrantes de las universidades.

**Tabla 3: Datos del Buzón EVALUA de la Delegación UPM**

<b>Buzón</b>	<b>Delegación de</b>	<b>Alumnos UPM</b>
<b>Quejas</b>	2573	2693
<b>Felicitaciones</b>	552	573
<b>Total</b>	3125	3265
<b>Fecha</b>	31/03/2018	9/5/2018

Fuente : <https://evalua.daupm.es/>, <https://daupm.es/>

Los estudiantes en sus quejas tratan de limitar la gestión de la libertad de cátedra y coordinación de PDI. A los estudiantes les puede resultar difícil conciliar su vida académica y su vida en las asociaciones. Muestran interés en forma de quejas por la gestión del tiempo (evaluación, laboratorios, práctica y teoría), gestión de metodología docente, gestión de decimales extras, grado de complejidad de nuestras teorías para favorecer la simplificación de su tiempo y estudio, etc. Por ello, es importante gestionar la voz e intereses de forma profesional para asegurar la calidad de todos los procesos.

La gestión profesional del gobierno de las asociaciones de estudiantes se complica debido a que sus miembros tienen una alta rotación. Su formación continua para desarrollar sus competencias en gestión democrática de intereses, dentro del marco jurídico, favorece la calidad de nuestras universidades. En la UPM, la Delegación de Estudiantes ha creado la Escuela de Formación y Debate Estudiantil (EFyDE). Dicha Escuela pretende convertirse en un espacio de reflexión para estudiantes, especialmente representantes, en el que poder propiciar la construcción de un discurso sólido y propio sobre los asuntos más relevantes de la Universidad, la vida en ella y su gobernanza.

Hemos observado que países, como el Reino Unido, proponen modelos de gestión a dichas asociaciones así como un sistema de acreditación con diferentes niveles para poder considerar de diferente forma la voz y participación de los estudiantes en la calidad de la universidad.

Por ejemplo, el Sindicato de Estudiantes de Bristol sugiere acreditar cada una de sus asociaciones diferenciando tres niveles en su alcance y calidad organizativa para poder considerarles en diferentes órganos colegiados y/o poder alzar la voz y sus intereses (<https://www.bristol-su.org.uk/skills-volunteering/training-tools-awards/awards>). En Escocia, la agencia de evaluación de la calidad universitaria establece un modelo de gestión de las asociaciones para poder gestionar con calidad la voz e intereses de los estudiantes (<https://www.sparqs.ac.uk/resource-item.php?item=215>).

En definitiva, para elevar la voz e intereses de los estudiantes y sus asociaciones se propone procurar sistemas que garanticen el marco jurídico, a través de la profesionalización de la gestión de dichas asociaciones. De esta forma, se evitan conflictos innecesarios entre los diferentes grupos de interés de la universidad (PAS, PDI, asociaciones, cargos rectorales y de centros, servicios externos, investigadores).

### Conclusiones

La gestión de la calidad de la universidad en un entorno turbulento es cada vez más compleja al considerar los efectos de la voz de las asociaciones de estudiantes dentro del marco jurídico y de la gestión profesional de dichos grupos. Una gestión no adecuada de diferentes intereses y problemas de calidad en la universidad puede generar repercusiones en la satisfacción emocional y en el estado cognitivo de los trabajadores implicados, pudiendo producirse fenómenos de desmotivación y mayor inestabilidad social.

Esperamos que este trabajo contribuya hacia el desarrollo de nuevas conversaciones para profundizar en la comprensión del impacto en las universidades de la buena gestión de los intereses y voz de los estudiantes y sus asociaciones. De esta forma, se pueden entender y gestionar los incidentes críticos en la universidad para generar sinergias organizativas positivas dentro del entorno legal. Quizás, la diferenciación por género nos puede ofrecer pautas sobre las diferentes relaciones de los gestores de asociaciones en los centros universitarios.

### Referencias

- Clarkson, M.B.E. (1995) *A stakeholder framework for analyzing and evaluating corporate social performance*. Academy of Management Review, Vol. 20, 92-117.
- Douglas, S.C., Kiewitz, Ch., Martinko, M.J., Harvey, P., Kim, P., Kim, Y., Chun, J.U. (2008) *Cognition, emotions, and evaluations: an elaboration likelihood model for workplace aggression*. Academy of Management Review. Vol. 33(2), 425-451.

*Marco de análisis de los intereses y voz de las asociaciones de estudiantes.  
Framework for the analysis of students association' interests & voices.*

Gil, A. (2016) *¿Los estudiantes tienen poder en la universidad española?* . Expansión, 01/03/2016.

Hanson, C.. (2014) *In search of self: exploring student identity development*. New Directions for Higher Education, 166. San Francisco, California, Jossey-Bass.

Jawar, I.M., McLaughlin, G.L. (2001) *Toward a descriptive stakeholder theory: an organizational life cycle approach*. The Academy of Management Review, Vol. 26(3), pp. 377-396.

Milliken, F.J., Schipani, C. A. , Bishara, N.D., Prado, A.M. (2015) *Linking workplace practices to community engagement: the case for encouraging employee voice*. Academy of Management Perspectives, Vol 29(4), pp 405-421.

Monereo, C., Monte, M., Andreucci, P. (2015) *La gestión de incidentes críticos en la Universidad*. Ed. Narcea.

Morin, J., Orsini, A. (2014) *Essential concepts of global environmental governance*. Hoboken. Taylor and Francis.

Rouche, J., Rouche, S. (1999) *High stakes, high performance. Making remedial education work*. Washington, D.C. Community College Press.

Shmurygina, N., Bazhenova, N., Bazhenov, R., Nikolaeva, N. (2015) *Self-organization of Students: Realities and Development Prospects*. Procedia - Social and Behavioral Sciences, Vol 214, pp. 95-102.



## **Mejora continua en el proceso de internacionalización de la ETS de Ingeniería y Diseño Industrial (ETSIDI) de la Universidad Politécnica de Madrid (UPM)**

**Isabel Carrillo\*, Ricardo Albarracín, Laura Millán, Milagros Nuñez, Rocío Fernández, Isabel Gil**

Subdirección de Alumnos y Relaciones Internacionales, Escuela Técnica Superior de Ingeniería y Diseño Industrial, Universidad Politécnica de Madrid, Ronda de Valencia 3, 28012 Madrid, [subdirector.ari.etsidi@upm.es](mailto:subdirector.ari.etsidi@upm.es)

---

### ***Abstract***

*In a global World, it is necessary for students to acquire skills that can help them work in multidisciplinary teams with great exploitation and performance. At the Escuela Técnica Superior de Ingeniería y Diseño Industrial (ETSIDI), part of Universidad Politécnica de Madrid (UPM), we understand that the people we train as engineers must acquire these aforementioned competences. That is why we bet day by day for the internationalization of our School, creating opportunities for our students to have the chance to acquire personal experiences that are enriching for them and, consequently, for society through the realization of a mobility or sharing space and concerns with students from other universities that study at our School. In this paper, we present the results of ETSIDI mobility up to date, as well as the relevant results on the Erasmus + scholarship applications for the 2018/19 academic year. All this, establish the guidelines to be followed for the improvement of the internationalization of our School.*

**Keywords:** *Internationalization, Industrial Design, Engineering, Mobility, Students.*

---

### ***Resumen***

*En un mundo global, es necesario que los estudiantes adquieran competencias transversales que les permitan trabajar en equipos multidisciplinares con un gran rendimiento y desempeño. En la Escuela Técnica Superior de Ingeniería y Diseño Industrial (ETSIDI) de la Universidad Politécnica de Madrid (UPM), entendemos que nuestros egresados deben adquirir dichas competencias. Por*

*Mejora continua de la internacionalización en la ETS de Ingeniería y Diseño Industrial (ETSIDI) de la Universidad Politécnica de Madrid (UPM)*

*ello apostamos día a día por la internacionalización de nuestra Escuela, creando oportunidades para que nuestros estudiantes tengan la posibilidad de adquirir experiencias personales enriquecedoras para ellos y, en consecuencia, para la sociedad a través de la realización de una movilidad o bien compartiendo espacios e inquietudes con estudiantes extranjeros que estudian en nuestra Escuela. En este trabajo, se presentan los resultados de movilidad de la ETSIDI en los últimos cinco años, así como información sobre las solicitudes de becas Erasmus+ para el curso 2018/19. El análisis de esta información, nos ha permitido establecer algunas pautas para mejorar la internacionalización de nuestra Escuela*

**Palabras clave:** *Internacionalización, Diseño Industrial, Ingeniería, Movilidad, estudiantes.*

## **Introducción**

La Internacionalización de los estudiantes es un proceso clave en su formación. En un mundo global, la cooperación internacional es necesaria en todos los ámbitos de la sociedad. La Universidad no puede ser ajena a estos cambios y debe promoverla en todos sus niveles, en su triple misión de docencia, investigación y transferencia de conocimiento. Debe promover el intercambio de alumnos, profesores y personal de administración y servicios. Estos intercambios mejoran la formación de quien los hace, por cuanto se conocen otras culturas, se comparten experiencias con personas de otras nacionalidades, se conocen otros métodos de trabajo, y en consecuencia el proceso favorece y enriquece a las personas que participan en él (De Wit 1995).

No obstante, el concepto de internacionalización va más allá de la mera movilidad de estudiantes y firma de acuerdos internacionales. Se deben considerar como aspectos de internacionalización de los currículos formativos: captación de talento, internacionalización de la investigación, titulaciones internacionales conjuntas múltiples con socios extranjeros, internacionalización en casa, es decir, atraer alumnos y profesores de otras nacionalidades que estudien o impartan docencia compartiendo su visión diferente. Así mismo es necesario el desarrollo de campus transnacionales, creación de sistemas internacionales que aseguren la calidad, acreditación y verificación, clasificaciones internacionales (ranking) de universidades, desarrollo de asociaciones de antiguos alumnos (“*alumni*”) internacionales, intercambio de experiencias y buenas prácticas, empleabilidad y emprendimiento, etc. (Ministerio 2014).

La Universidad Politécnica de Madrid (UPM) está posicionada en la actualidad como la primera universidad española en el área de Ingeniería y Tecnología en el ranking en el ranking

Quacquarelli Symonds (QS), ocupando el puesto 76 de las aproximadamente 4000 instituciones analizadas (QS 2018). Así mismo, en el área de Ingeniería Eléctrica y Electrónica, la UPM está posicionada en la horquilla 101-150.

La UPM es una universidad abierta al mundo con presencia internacional en los cinco continentes. Cuenta con diferentes campus de excelencia internacional en países como China, Brasil y Estados Unidos. Facilitar y fomentar esta experiencia internacional forma parte de su estrategia como universidad de prestigio (UPM 2017). Entre sus objetivos de enseñanza prioritarios está la internacionalización de las titulaciones y personas que la forman, favoreciendo la movilidad no sólo en Europa, sino fuera de Europa en África, América del Norte y Sur, Asia y Oceanía, a través de los diferentes programas de movilidad de la UPM y becas, o ayudas para la cooperación internacional (Movilidad, UPM 2018). Así mismo, casi todas sus titulaciones están acreditadas internacionalmente.

Además, este año 2018, dentro del programa Propio de I+D+i de la UPM, cuyo objetivo es **promover la Investigación, Desarrollo e Innovación de calidad y excelencia**, y que se articula mediante actuaciones estratégicas que se concretan a través de proyectos y convocatorias de premios y ayudas, se han establecidos diferentes líneas de apoyo de la internacionalización (Programa I+D+i, 2018). El objetivo es expandir la investigación en colaboración con otras universidades, centros e institutos de investigación socios de la UPM, aumentando los lazos de colaboración.

La Escuela Técnica Superior de Ingeniería y Diseño Industrial (ETSIDI) de la UPM, es consciente del interés que supone para la formación de sus futuros titulados el llevar a cabo una estancia académica en otra universidad o institución de enseñanza superior extranjera durante la realización de sus estudios. Por ello, realiza un esfuerzo permanente en promover esta internacionalización en todos los niveles académicos y laborales.

El objetivo de este trabajo, es mostrar la realidad de la internacionalización en la ETSIDI de la UPM. En el apartado Situación actual se hace una descripción sobre cómo está conformada la Escuela y se describe el número de acuerdos por categoría con los que se cuenta. En la sección de Resultados, se muestra la evolución de los últimos cursos tanto de estudiantes salientes como entrantes. Así mismo, se exponen los resultados más relevantes de la solicitud de la convocatoria Erasmus+ para el curso 2018/19 en la ETSIDI. Finalmente, se exponen las Conclusiones más relevantes de este estudio en la última sección.

### **Situación actual**

La ETSIDI cuenta con cinco grados, dos dobles grados y tres másteres universitarios oficiales. El número total de alumnos durante el actual curso 2017-18 es de, aproximadamente, 2700. Cuenta con 150 profesores, y más de 130.000 créditos matriculados, esto implica una elevada carga docente para el profesorado, (ETSIDI, 2017).

Durante los últimos años, nuestros estudiantes han disfrutado de movilidad internacional en los cinco continentes a través de acuerdos bilaterales o programas específicos de movilidad o cooperación internacional de la UPM (movilidad UPM 2018). En la Tabla 1 se indican los acuerdos y plazas ofertadas propias de la ETSIDI. El mayor número de plazas que se oferta es para movilidad en Europa a través del programa Erasmus+ (Universidad 2018), si bien en estos últimos años ha aumentado la movilidad hacia Sudamérica y China.

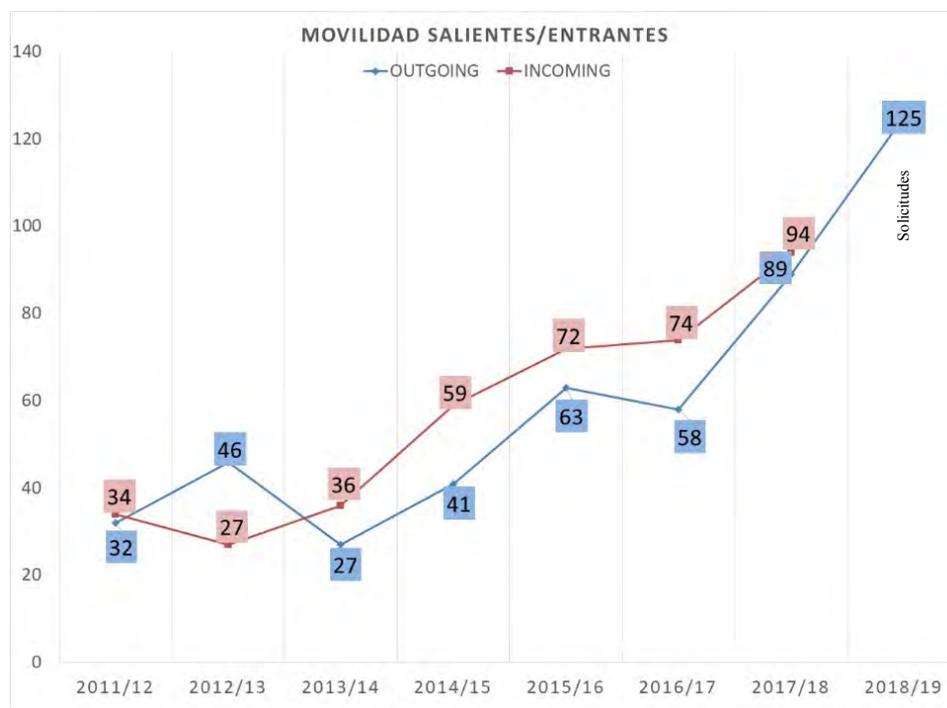
**Tabla 1. Acuerdos nacionales e internacionales y plazas ofertadas en la ETSIDI-UPM, año 2018.**

<b>Número de acuerdos</b>	<b>Nº de acuerdos</b>	<b>Nº de plazas ofertadas</b>
<b>Erasmus+</b>	58	185
<b>Magalhães</b>	15	29
<b>Bilaterales</b>	18	37
<b>SICUE</b>	24	102

## **Resultados**

A continuación, se muestran los resultados de alumnos de intercambio entrantes y salientes de la ETSIDI durante los últimos cursos lectivos y se analizan sus resultados, así como las solicitudes de destinos Erasmus+ de la Escuela para el curso 2018/19.

Los resultados de movilidad de la ETSIDI en los últimos años, en los diferentes programas de movilidad, tanto para alumnos salientes como entrantes se muestran en la Figura 1. El dato del curso académico 2018/19 corresponde a las solicitudes de movilidad recibidas, entre ellas 101 corresponden al programa Erasmus y 24 a otros programas de movilidad. Cabe destacar el notable crecimiento que hemos experimentado en estos últimos años, tanto para estudiantes salientes como entrantes. Este último año, se llevó a cabo la implantación del semestre internacional de la ETSIDI (Carrillo, 2017), lo que nos ha permitido aumentar el número de acuerdos internacionales y la presencia de alumnos extranjeros sin conocimiento de idioma español en nuestra Escuela. Es importante aumentar la presencia de alumnos europeos en nuestras aulas ya que es hacia Europa donde mayor interés tienen nuestros alumnos para realizar una movilidad internacional



**Figura 1. Comparación del número de alumnos entrantes y el número de alumnos salientes en la ET-SIDI-UPM en el intervalo 2011/12-2018/19.**

Los alumnos que vienen a nuestra Escuela lo hacen a través de diferentes programas de movilidad (ver Figura 2), siendo el mayor número de alumnos de procedencia de países de habla hispana, a través del programa de movilidad Magalhães o acuerdo bilateral. Este último curso, ha aumentado considerablemente el número de alumnos de países europeos a través del programa Erasmus+.

En cuanto a los alumnos salientes, en la Figura 3 se recoge el número de alumnos salientes por titulación en el curso 2017-18 así como la comparativa con el resto de años. Se aprecia que las titulaciones con más alumnos salientes son los Grados en Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo de Producto, en Ingeniería Mecánica y en Ingeniería Electrónica y Automática Industrial. En lo referente a los estudios de máster impartidos en la ETSIDI, la movilidad resulta más complicada, ya que su duración nominal es de 1 año (60 ECTS).

Mejora continua de la internacionalización en la ETS de Ingeniería y Diseño Industrial (ETSIDI) de la Universidad Politécnica de Madrid (UPM)

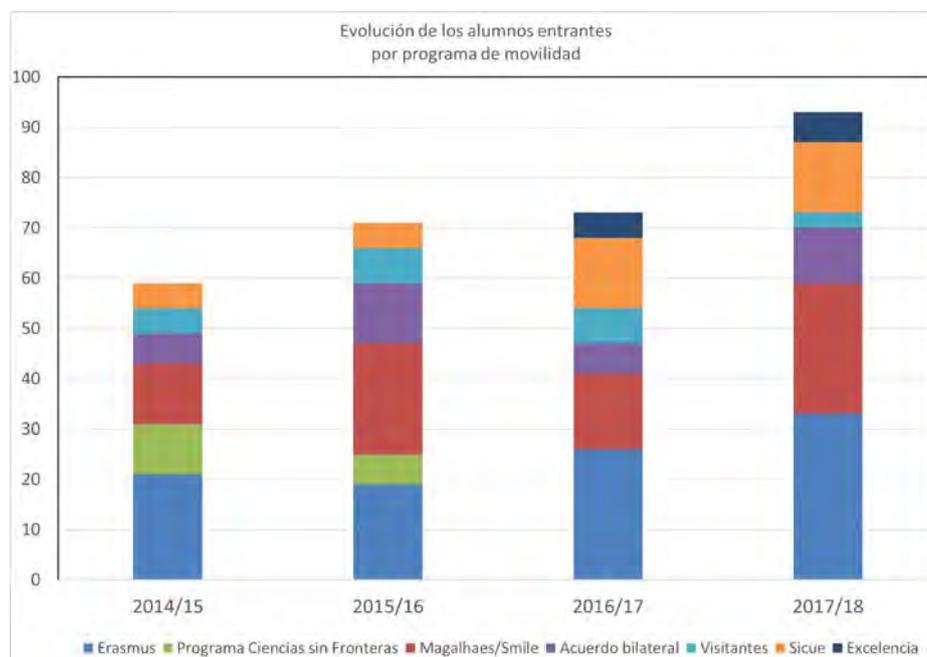
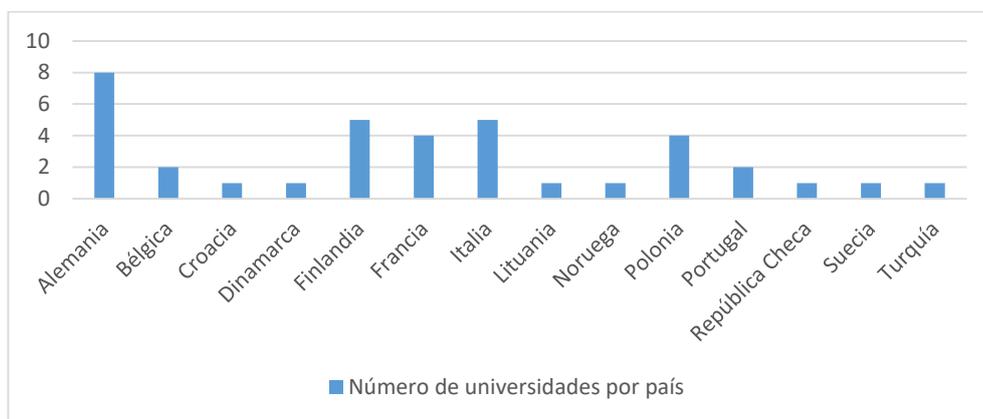


Figura 2 Distribución de los alumnos entrantes en la ETSIDI según los diferentes programas de movilidad internacional.



Figura 3. Distribución de número de alumnos entrantes por titulación en la ETSIDI

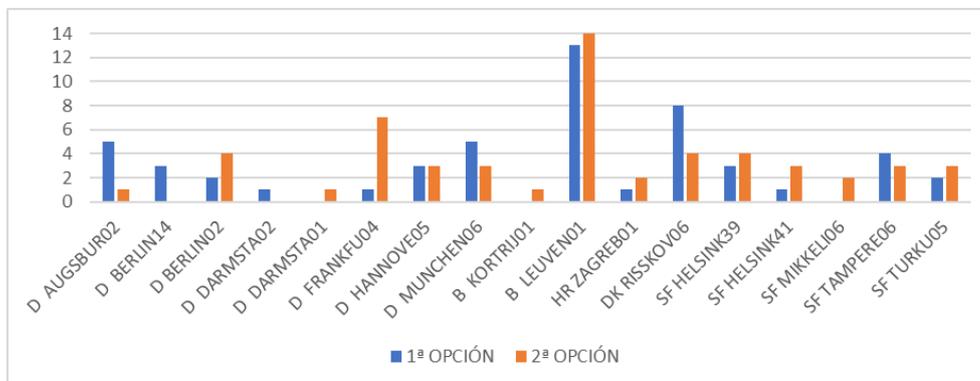
En la convocatoria de diciembre de 2017, en la que se solicitaba la movilidad Erasmus+ para el curso 2018-2019, la ETSIDI ha recibido 101 solicitudes. El número de países seleccionados por los estudiantes han sido 14. En la Figura 4, se muestran dichos países, así como el número de universidades/escuelas por país que acogerán a nuestros estudiantes. Los países más demandados para cursar las estancias Erasmus+ son, por orden de solicitudes, Alemania (8), Finlandia (5), Italia (5), Francia (4) y Polonia (4).



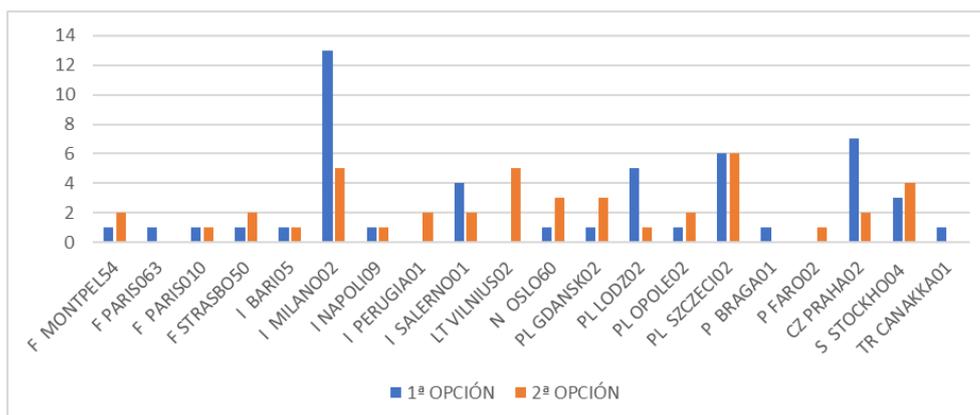
**Figura 4. Universidades por países seleccionados por los estudiantes de la ETSIDI para llevar a cabo una estancia Erasmus+ en el curso 2018-2019.**

Los estudiantes de la ETSIDI han seleccionado 37 destinos diferentes, Figura 5 y Figura 6. Dichas figuras representan la selección de los estudiantes según su primera o segunda opción en función del código Erasmus+ de cada universidad (Código Erasmus+ 2018). En primera opción, los países más solicitados son Bélgica e Italia, siendo las universidades I MILANO02 (13) y B LEUVEN01 (13) los destinos más seleccionados. Los destinos siguientes más solicitados en primera opción son DK RISSKOV06 (8), CZ PRAHA02 (7), PL SZCZECI02 (6) y D AUGSBUR02 (5). Los centros solicitados mayoritariamente en segunda opción son B LEUVEN01 (14), D FRANKFU04 (7), PL SZCZECI02 (6), I MILANO02 (5), LT VILNIUS02 (5) siendo muy destacada la disminución de peticiones en segunda opción de I MILANO02, Figura 6.

*Mejora continua de la internacionalización en la ETS de Ingeniería y Diseño Industrial (ETSIDI) de la Universidad Politécnica de Madrid (UPM)*



**Figura 5.** Número de solicitudes recibidas por universidades seleccionadas en primera y segunda opción por los estudiantes de la ETSIDI para llevar a cabo una estancia Erasmus+ en el curso 2018-2019 clasificadas por código Erasmus+. D, Alemania; B, Bélgica; HR, Croacia; DK, Dinamarca; SF, Finlandia.



**Figura 6.** Número de solicitudes recibidas por universidades seleccionadas en primera y segunda opción por los estudiantes de la ETSIDI para llevar a cabo una estancia Erasmus+ en el curso 2018-2019 clasificadas por código Erasmus+. F, Franca; I, Italia; LT, Lituania; N, Noruega; PL, Polonia; P, Portugal; CZ, República Checa; S, Suecia; TR, Turquía.

De los resultados de asignación final por destino, casi el 60% de los estudiantes tuvieron asignada su solicitud en primera opción, y aproximadamente el 18% en segunda opción y el 10% obtuvo asignada su tercera opción. Al 11% de solicitudes se le asignaron opciones por encima de la tercera, mientras que el 1% de los estudiantes no tuvo asignación de destino. En consecuencia, el resultado de la asignación ha sido, en general, muy satisfactorio por parte de los estudiantes, así como por parte de la ETSIDI.

## Conclusiones

En los últimos años el número de alumnos de la ETSIDI que participan en un programa de movilidad, así como el número de alumnos extranjeros que deciden venir a estudiar a la ETSIDI ha aumentado considerablemente. Estos resultados son debidos a la apuesta de la ETSIDI por la internacionalización, en consonancia con la estrategia de la UPM en éste ámbito. Para ello, se han aumentado las reuniones informativas sobre los programas de movilidad, especialmente sobre todos aquellos menos conocidos que el programa Erasmus. La creación del semestre internacional de la ETSIDI es un hito que en su primer curso lectivo casi terminado desde su implantación, ya ha permitido obtener nuevos acuerdos internacionales, así como la llegada de estudiantes anglófonos que de otra manera no hubieran podido realizar los estudios en nuestra Escuela por no tener un dominio suficiente de la lengua española. El esfuerzo por parte del personal de administración y servicios (PAS), personal docente e investigador (PDI), equipo directivo y demás personal de la ETSIDI está siendo vital para conseguir estos resultados. Dentro de los programas de movilidad, sigue siendo el programa Erasmus el que presenta un mayor número de solicitudes, si bien aumenta el número de los alumnos de la ETSIDI en los otros programas de movilidad destacando Magalhães. También, se observa un mayor interés por Asia, aumentando el número de alumnos que participan en cursos de verano allí.

En lo sucesivo, para completar este trabajo, hay que evaluar cuáles son las labores de mejora que permitan evolucionar este crecimiento hacia un mayor reconocimiento internacional de la Escuela que permita obtener nuevos acuerdos con universidades de gran prestigio en el ámbito de la Ingeniería y, más aún, en el Grado en Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo del Producto.

## Referencias

- Carrillo I, Albarracín R., Perpiñán O., García de María J.M., Cedazo R.; Calvo R., Castedo L., Martínez-Arévalo C., Santos, Gómez E. (2017) Semestre Internacional en la ETS de Ingeniería y Diseño Industrial, *25 Experiencias de innovación educativa. Hacia un mundo por competencias*. Escuela de Ingenierías Industriales, 45 – 52.
- Códigos Erasmus+ de instituciones con acuerdo bilateral con la Universidad Politécnica de Madrid, (2018) [http://www.upm.es/sfs/Rectorado/Vicerrectorado%20de%20Alumnos/Extension%20Universitaria/Intercambios:%20movilidad%20de%20estudiantes/Erasmus/universidades\\_web.pdf](http://www.upm.es/sfs/Rectorado/Vicerrectorado%20de%20Alumnos/Extension%20Universitaria/Intercambios:%20movilidad%20de%20estudiantes/Erasmus/universidades_web.pdf)
- De Wit, H. (1995), *Strategies for Internationalization of Higher Education: A Comparative Study of Australia, Canada, Europe, and the United States*. Ámsterdam.
- Ministerio de Educación, cultura y deporte (2014). *Estrategia para la internacionalización de las universidades españolas 2015 – 2020*, <http://www.mecd.gob.es/educacion-mecd/dms/mecd/educacion-mecd/areas-educacion/universidades/politica-internacional/estrategia-internacionalizacion/EstrategiaInternacionalizaci-n-Final.pdf>

*Mejora continua de la internacionalización en la ETS de Ingeniería y Diseño Industrial (ETSIDI) de la Universidad Politécnica de Madrid (UPM)*

*Movilidad* (2018). Programas de Intercambio, Universidad Politécnica de Madrid, <http://www.upm.es/Estudiantes/Movilidad>

QS ranking Engineering and Technology (2018) <https://www.topuniversities.com/university-rankings/university-subject-rankings/2018/engineering-technology>

Universidad Politécnica de Madrid, (2018). *Resolución rectoral de 4 de diciembre de la Universidad Politécnica de Madrid por la que se aprueba la convocatoria múltiple de movilidad internacional de estudiantes para el curso académico 2018/2019* [http://www.upm.es/sfs/Rectorado/Vicerrectorado%20de%20Alumnos/Extension%20Universitaria/Intercambios:%20movilidad%20de%20estudiantes/Erasmus/EPP\\_2018\\_19\\_convocatoria\\_multiple\\_extracto\\_erasmus.pdf](http://www.upm.es/sfs/Rectorado/Vicerrectorado%20de%20Alumnos/Extension%20Universitaria/Intercambios:%20movilidad%20de%20estudiantes/Erasmus/EPP_2018_19_convocatoria_multiple_extracto_erasmus.pdf)

UPM, *Programa Propio de I+D+i*, Universidad Politécnica de Madrid (2018) [http://www.upm.es/Investigacion/Programa\\_Propio\\_UPM](http://www.upm.es/Investigacion/Programa_Propio_UPM)



## **Calidad del empleo de la/os egresada/os de Arquitectura Técnica de la Universidad del País Vasco (UPV/EHU) en el período 2005-13: diferencias de género**

**María Luisa Cantonnet<sup>a</sup>, Juan Carlos Aldasoro<sup>b</sup>, Jon Iradi<sup>c</sup>**

<sup>a</sup>Escuela de Ingeniería de Guipúzcoa (UPV/EHU). Plaza de Europa 1, 20018 San Sebastián. marialuisa.cantonnet@ehu.eus. <sup>b</sup> Escuela de Ingeniería de Guipúzcoa (UPV/EHU). juancarlos.aldasoro. y <sup>c</sup>Escuela de Ingeniería de Guipúzcoa (UPV/EHU). jon.iradi@ehu.eus.

---

### **Abstract**

*Send abstract with a maximum of 150 words (in English).*

*This paper presents the results of a telephone questionnaire to graduates of Technical Architecture at the UPV/EHU (University of the Basque Country/Euskal Herriko Unibertsitatea). The main objective of this study was to observe the evolution of graduates in terms of their incorporation into the labour market, taking into account the possible differences between men and women. It cannot be overlooked that architecture degrees and technical education in general have traditionally been highly masculinised and that this is likely to affect women's ability to seek employment in line with their training. Likewise, the conditioning factor of the economic situation has been taken into account when this study covers the period between 2005 and 2013, in which economic growth stagnates and even slows down, affecting the employment rate in all productive sectors and especially the construction sector. Finally, some conclusions are drawn in which it is questioned whether the graduates have really been a group with greater difficulties of labour market insertion than their male colleagues or on the contrary have had the same difficulties as them.*

**Keywords:** *graduates, quality of employment, employability, technical architecture*

---

### **Resumen**

*En el presente trabajo se exponen los resultados obtenidos tras la realización de un cuestionario telefónico a los egresado/as de Arquitectura Técnica de la UPV/EHU (Universidad del País Vasco/Euskal Herriko Unibertsitatea). El objetivo principal de la realización de este estudio ha sido el de observar la evolución de los egresados/as en lo que a la incorporación al mercado laboral se refiere teniendo en especial consideración las posibles diferencias entre hombres y mujeres. No se puede obviar el hecho de que las titulaciones de Arquitectura y las enseñanzas técnicas en general se han encontrado tradicionalmente muy masculinizadas y que ello probablemente pueda afectar a las mujeres a la hora de buscar un empleo acorde a su formación. Así mismo, se ha tenido en cuenta el factor condicionante de la coyuntura económica, al abarcar este estudio el período comprendido entre los años 2005-2013, en el que el crecimiento económico se estanca e incluso se reduce, afectando a la tasa de ocupación en todos los sectores productivos y en especial al sector de la construcción. Para finalizar, se extraen unas conclusiones en las que se pone en cuestión si las egresadas realmente han sido un colectivo con mayores dificultades de inserción laboral que sus colegas masculinos o por el contrario han tenido las mismas dificultades que ellos.*

**Palabras clave:** *egresados, calidad del empleo, empleabilidad, arquitectura técnica.*

### **Introducción, Justificación y Objetivos**

El llamado Plan Estratégico “Europa 2020: una estrategia para un crecimiento inteligente, sostenible e integrador”, elaborado por la Comisión Europea, fija como objetivos para este decenio, el conseguir elevar el nivel de población ocupada hasta el 75% de aquellas personas que se encuentren en el tramo de edad entre 20 y 64 años. En este contexto, la incorporación laboral de lo/as titulado/as universitario/as desempeñará un rol crucial. El acceso a la educación, así como la inserción laboral de los jóvenes está determinada por el proceso de transición de los jóvenes a la vida adulta (Fachelli et al., 2014). El nuevo mercado de trabajo, requerirá cada vez más de “profesionales flexibles”, aunque puede encontrarse la paradoja de que los titulados desean “trabajar de lo mío” (Aneca, 2007). De esta manera, los recién titulados universitarios enfocarán su itinerario laboral y profesional en función de factores como su situación económica, el apoyo laboral o familiar o bien sus motivaciones.

En España, las mujeres se incorporaron en fechas relativamente recientes, a causa de que no fue hasta el año 1910 cuando se derogó la prohibición de que las mujeres accedieran a la Universidad. En los primeros años tras la derogación de la norma, las mujeres pudieron

acceder únicamente a los estudios considerados “femeninos”, pero a partir de entonces la incorporación de las mujeres a las Universidades fue creciendo paulatinamente, principalmente en las áreas de conocimiento consideradas adecuadas a su género, las ciencias sociales y de la salud. En el curso 1986/87 se dió un punto de inflexión, ya que por primera vez las universitarias superaron el umbral del 50% del alumnado en las Universidades españolas (estadísticas del Ministerio de Educación). En el siglo XXI, puede afirmarse que las mujeres acceden a toda la gama de titulaciones y áreas existentes y salvo en las titulaciones como Ingenierías, llegan a superar el 50% de los matriculados.

A medida que las mujeres se han incorporado a la Universidad, también se ha producido una progresiva incorporación de las mismas al mercado laboral. No obstante, la tasa de empleo de las mujeres españolas en el año 2015 no superó el 54% del total, diez puntos por debajo de la masculina, si bien debe señalarse que las diferencias de género en cuanto al empleo se reducen sólo hasta tres puntos en la población joven. Sin embargo, las estadísticas oficiales indican que las mujeres reciben menores salarios y sufren de mayor temporalidad que los hombres (Ministerio de Empleo y Seguridad Social, 2016). Por lo tanto, puede afirmarse que hoy día persisten diferencias de género en cuanto a la calidad del empleo.

### **Experimentación / Trabajo Desarrollado**

En este trabajo, se propone realizar un seguimiento la inserción laboral de lo/as egresado/as en Arquitectura Técnica de la Universidad del País Vasco, con objeto de contribuir a la ayuda de toma de decisiones, tanto a los estudiantes como a las Administraciones Públicas a la hora de elaborar las políticas educativas que les correspondan.

Considerando que la presencia de las mujeres en los estudios de arquitectura técnica es casi paritaria, se pretende investigar si una vez que las mujeres terminan sus estudios universitarios, obtienen las mismas tasas de inserción laboral, el tiempo requerido para encontrar su primer empleo y la calidad del empleo conseguido con respecto al género masculino. Específicamente, se desea averiguar si la mujer titulada en Arquitectura Técnica experimenta mayor discriminación que el hombre en el mercado de trabajo. Debe tenerse en cuenta que algunos de los sectores productivos en los que se integran lo/as arquitectos técnicos se encuentran muy masculinizados; por ejemplo, el 8% de las personas ocupadas en el sector de la Construcción fueron mujeres en el año 2017, según datos del Instituto Nacional de Estadística. Asimismo, un estudio concluye que las mujeres se encuentran con barreras extrínsecas e intrínsecas en este sector económico, lo cual condiciona su acceso al mercado laboral, provocando que la gran mayoría de éstas se desplacen a otros sectores como el de servicios (Infante, M.; Román, M.; Traverso, J., 2012).

Por ello, este trabajo pretende elaborar un análisis comparativo entre hombres y mujeres titulados en Arquitectura Técnica de la Universidad del País Vasco (UPV-EHU), con los siguientes objetivos:

*Calidad del empleo de la/os egresada/os de Arquitectura Técnica de la Universidad del País Vasco (UPV/EHU) en el período 2005-13: diferencias de género*

- El nivel de inserción laboral tanto de los hombres como de las mujeres, tomando en cuenta variables como la tasa de empleo, la tasa de empleo estable, la de empleo encajado y la remuneración media de cada uno de los géneros.
- El nivel de inserción laboral en relación con las medias generales de titulados/as en enseñanzas técnicas y titulados/as de todas las ramas de la Universidad del País Vasco.

Las variables relacionadas con la inserción laboral que han sido estudiadas son las siguientes:

- La Tasa de Empleo: representa % de personas que tienen un empleo remunerado o ejercen actividad independiente, sobre el total (de respuestas obtenidas) y que se encuentran entre los 16 y 65 años.
- La Tasa de Empleo Estable: % de Personas Ocupadas por cuenta propia (autónomo o empleador/a), por cuenta ajena con contrato indefinido (o asimilado) o socio cooperativista.
- Tasa de Empleo Encajado: % de Personas Ocupadas con empleo asociado a nivel de formación terciaria (universitaria o profesional de grado superior).
- Salario neto medio mensual.
- Tiempo de búsqueda del primer empleo: el número de meses transcurrido entre el fin de carrera y el inicio de la búsqueda del primer empleo.

En el diseño de este estudio, se han utilizado bases de datos estadísticas elaboradas por la Agencia Vasca de Empleo, LANBIDE, sobre inserción laboral de titulados/as universitarios/as. Estas bases de datos, se han elaborado mediante encuestas realizadas a egresados de todos los grados universitarios de las Universidades presentes en el País Vasco. Para llevar a cabo este trabajo, únicamente se han seleccionado los registros referentes a los titulados en Arquitectura Técnica de la Universidad del País Vasco, UPV-EHU, ya que es la única Universidad que imparte formación en ese grado en la Comunidad Autónoma.

El método de obtención de la información se realizó mediante entrevistas personales y telefónicas a los titulados que finalizaron sus estudios en los tres años anteriores. El Servicio Vasco de Empleo utiliza para la realización de estas entrevistas un cuestionario estructurado con preguntas en forma de escala y con respuestas predeterminadas.

Las muestras se componen de las encuestas realizadas entre los años 2008 y 2016 a egresados/as que finalizaron sus estudios entre los años 2005 y 2013. Cada uno de los años tiene un tamaño muestral distinto y representa proporciones distintas con respecto al número total de egresados. Concretamente, en el período contemplado, las muestras de las mujeres

entrevistadas representan una media del 40% del Universo, mientras que los hombres suponen el 39% y la muestra total llega a ser del 79% sobre el Universo.

**Tabla 1. Tamaños muestrales y poblaciones de referencia de Arquitectura Técnica**

Promoción	Entrevistados			Universo		
	Mujeres	Hombres	Total	Mujeres	Hombres	Total
2.005	0	1	1	4	4	8
2.006	26	23	49	31	32	63
2.007	17	28	45	23	33	56
2.008	20	25	45	22	28	50
2.009	23	27	50	29	35	66
2.010	29	28	57	38	34	72
2.011	39	28	67	47	32	79
2.012	30	27	57	39	33	72
2.013	29	21	50	32	33	65

Fuente: Lanbide (Servicio Vasco de Empleo)

Elaboración: los autores

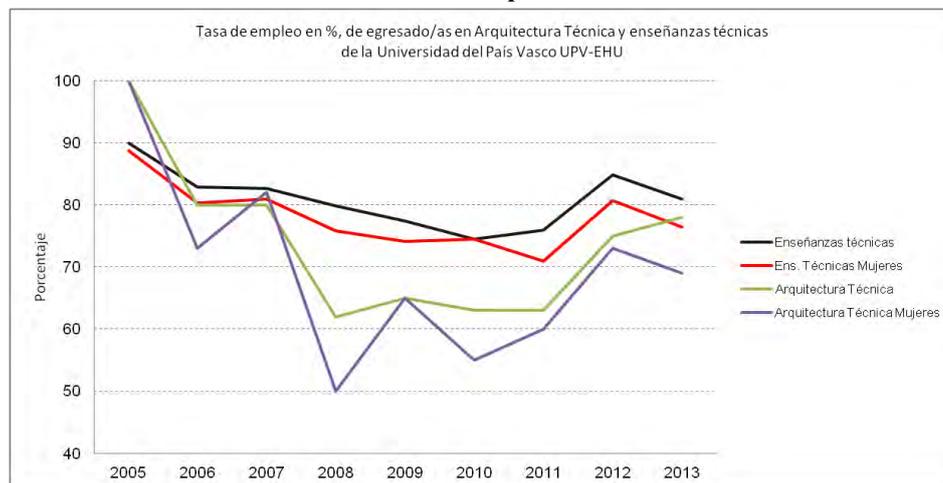
Para la obtención de resultados, se ha utilizado el paquete estadístico SPSS 21.0, mediante la elaboración de gráficos descriptivos y realizando un test comparativo de U Mann-Whitney.

### Principales Resultados

Para comenzar con este apartado, presentamos los datos relativos a las tasas de empleo, comparando cuatro grupos: egresados en titulaciones técnicas, mujeres egresadas en titulaciones técnicas, egresados en Arquitectura Técnica y mujeres egresadas en Arquitectura Técnica.

*Calidad del empleo de la/os egresada/os de Arquitectura Técnica de la Universidad del País Vasco (UPV/EHU) en el período 2005-13: diferencias de género*

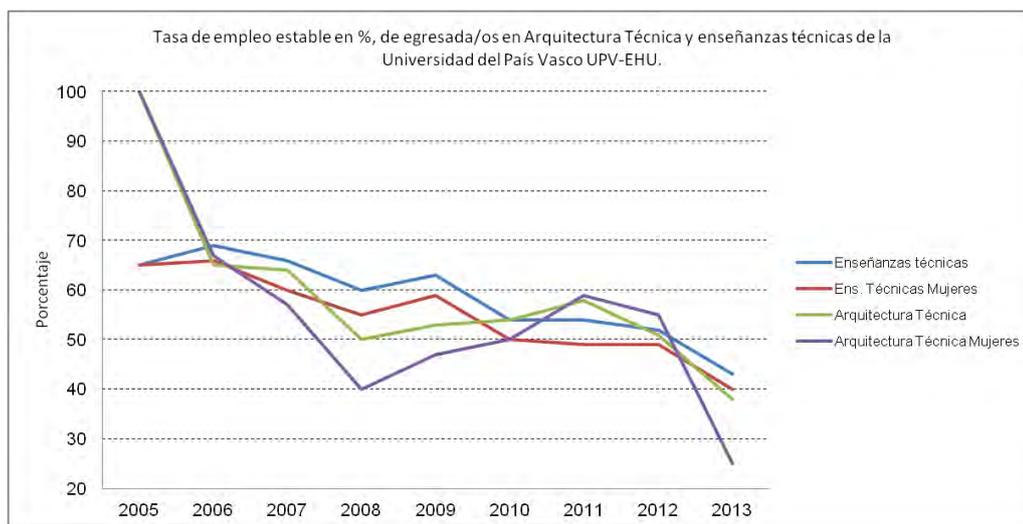
**Figura 1: Tasas de empleo (en %) de titulado/as en Arquitectura Técnica y en enseñanzas técnicas en el período 2005-13.**



Fuente: Lanbide (Servicio Vasco de Empleo)  
Elaboración: los autores

En el primer gráfico puede observarse que existen diferencias en cuanto a las tasas de empleo de los titulados en enseñanzas técnicas con respecto a los arquitectos técnicos en todo el período comprendido entre los años 2005 y 2013, y puede destacarse que las arquitectas técnicas son quienes menores tasas de empleo han tenido con respecto a los demás colectivos. Para entender este contexto, es necesario señalar que España entró en una recesión económica en el año 2007, cuando el PIB intertrimestral empezó a decrecer, afectando a todos los sectores de la economía real, y acusadamente al sector de la Construcción. Por último, también es reseñable que tanto entre los titulado/as en enseñanzas técnicas y en Arquitectura Técnica, las mujeres tienen menores tasas de empleo que la media global, ya que en el período analizado, la media de lo/as titulado/as fue de 74% de empleo, y sin embargo, las mujeres tuvieron una media de 69,7% de empleo. Asimismo, la variabilidad de las tasas de empleo de las mujeres en Arquitectura Técnica es mayor que en el resto de los casos.

**Figura 2: Tasa de empleo estable en % de egresado/as en Arquitectura Técnica y Enseñanzas Técnicas de la Universidad del País Vasco UPV-EHU.**

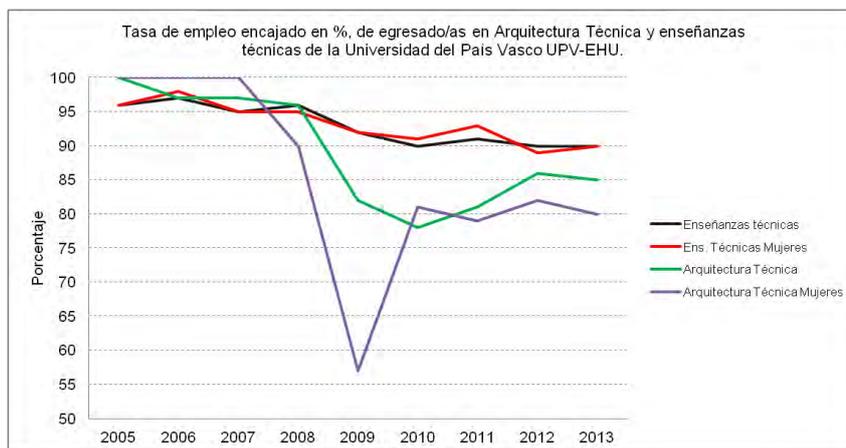


Elaboración: los autores  
Fuente: Lanbide (Servicio vasco de Empleo)

En cuanto a la tasa de empleo estable, los datos de la figura 2 muestran una tendencia al descenso en todos los grupos analizados. En las enseñanzas técnicas, las mujeres tienen una tasa de empleo estable menor que la media, un 54,7 % frente a un 58%. En los titulados/as de arquitectura la tasa de empleo estable media también es menor en las mujeres, un 55% frente a un 59%, es decir, las tasa medias son parecidas tanto en las enseñanzas técnicas como en la de Arquitectura Técnica. Sin embargo, la variabilidad de la tasa de empleo estable en el caso de los/las titulados/as en Arquitectura Técnicas es mayor que en el de las Enseñanzas Técnicas, y en especial la variabilidad de la tasa de empleo estable de las mujeres, tal como ocurre en el caso de la tasa de empleo.

Calidad del empleo de la/os egresada/os de Arquitectura Técnica de la Universidad del País Vasco (UPV/EHU) en el periodo 2005-13: diferencias de género

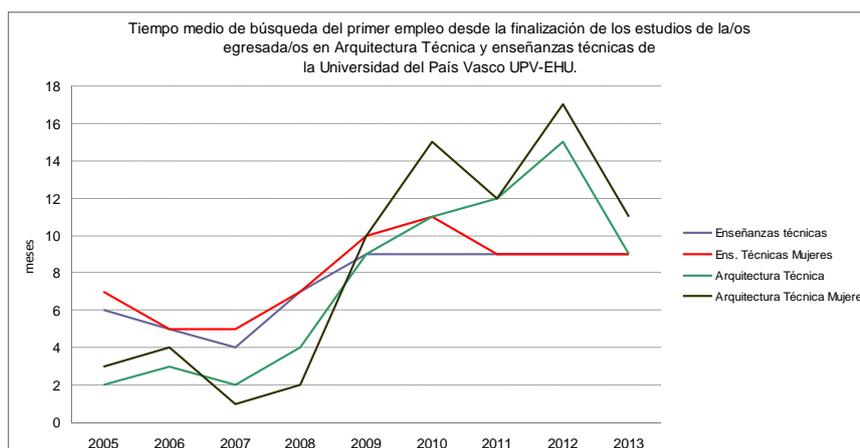
**Figura 3: Porcentaje de empleo encajado en titulado/as en ingeniería técnica industrial y en enseñanzas técnicas.**



Elaboración: los autores  
Fuente: Lanbide (Servicio Vasco de Empleo)

En las enseñanzas técnicas, apenas hay diferencias entre la tasa media de empleo encajado (99%) y la tasa de media de las mujeres (99,2%), siendo ésta última algo mayor que la media. En cambio en los/las titulados de Arquitectura Técnica la tasa media es de 89%, y el de las mujeres de un 85%.

**Figura 4: Tiempo medio de búsqueda del primer empleo en meses.**

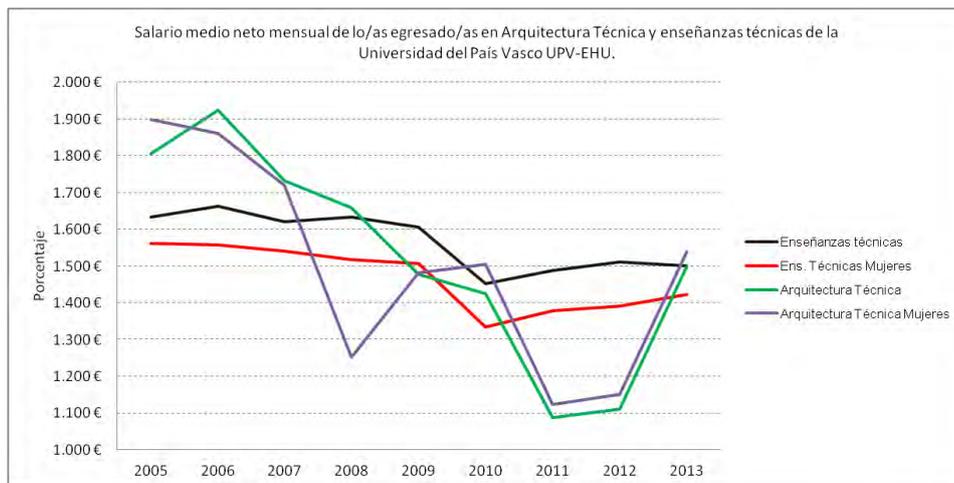


Elaboración: los autores  
Fuente: Lanbide (Servicio Vasco de Empleo)

Se observa que el tiempo medio de búsqueda del primer empleo en las enseñanzas técnicas es muy parecido tanto en hombres como en mujeres, fluctuando entre los 4 meses, antes del periodo de crisis, hasta los 9 meses. En el caso de los/las tituladas en Arquitectura Técnica, el tiempo medio de búsqueda antes del comienzo del periodo de crisis, año 2008, es menor que en los titulados/as en enseñanzas técnicas, pero a de dicho año, el tiempo de búsqueda de empleo de los titulados/as en Arquitectura Técnica es significativamente mayor, fluctuando de los 10 a los 18 meses. Por los tanto, podemos afirmar que la crisis económica tuvo mayor impacto en los/as titulados/as de Arquitectura Técnica que en los/as tituladas en las titulaciones técnicas.

Asimismo, en el caso de los/as tituladas en Arquitectura Técnica se observa, que aunque antes de la crisis, entre 2006-2009, el tiempo medio de búsqueda del primer empleo es menor en el caso de las mujeres, a partir de la crisis el tiempo medio de búsqueda es mayor en las mujeres. Por tanto, se puede observar que la crisis tiene un efecto negativo mayor en las mujeres.

**Figura 5: Salario medio neto mensual de hombres y mujeres titulados en ingeniería técnica industrial.**



Elaboración: los autores  
Fuente: Lanbide (Servicio Vasco de Empleo)

En cuanto al salario medio mensual, se observa que en el caso de los/as titulados/as de enseñanzas técnicas, el salario medio de las mujeres (1.469 €) es menor que la media de los titulados/as (1.568 €). Las mujeres cobran de medio un 6% menos. En el caso de los/as titulados/as de Arquitectura Técnica, a partir de la 2009, el salario medio de las mujeres (1.360 €) es ligeramente superior al de la media (1.360 €). Sin embargo, si tomamos el

salario medio en el periodo analizado, el salario medio de las mujeres (1.504 €) sigue siendo menor respecto al de la media (1.525 €).

Finalmente, se presentan los resultados obtenidos mediante la prueba de los rangos con signo de Wilcoxon para muestras relacionadas que reflejan las diferencias estadísticamente significativas entre las medianas del grupo total de egresados/as en Arquitectura Técnica con el grupo de mujeres egresadas en la misma titulación, donde se observan diferencias en la tasa de empleo estable y en el salario medio neto mensual, de una significatividad  $<0.05$ .

**Tabla 2: Prueba de los rangos con signo de Wilcoxon de para muestras relacionadas, comparando la totalidad de egresado/as en Arquitectura Técnica con el grupo de Mujeres egresadas.**

	<b>Sig. (bilateral)</b>	<b>Mediana Todo/as</b>	<b>Mediana Mujeres</b>	<b>Diferencia</b>
<b>Tasa de Empleo en %</b>	<b>0,034</b>	<b>75</b>	<b>69</b>	<b>6</b>
<b>Empleo estable en %</b>	<b>0,107</b>	<b>54</b>	<b>55</b>	<b>1</b>
<b>Empleo encajado en %</b>	<b>0,205</b>	<b>86</b>	<b>82</b>	<b>4</b>
<b>Salario medio neto mensual en €</b>	<b>0,515</b>	<b>1.499</b>	<b>1.505</b>	<b>6</b>
<b>Tiempo búsqueda primer empleo (meses)</b>	<b>0,176</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>1</b>

Elaboración: los autores

Fuente: Lanbide (Servicio Vasco de Empleo)

El análisis de carácter no paramétrico de Wilcoxon indica que existe una diferencia significativa en la tasa de empleo (del 6%), siendo no significativas las diferencias en el resto de variables, donde las diferencias entre las medianas no resultan ser relevantes.

### **Conclusiones**

La preocupación por la búsqueda de un empleo adecuado a una cualificación determinada ha sido una constante en las personas que cuentan con una titulación universitaria. La calidad de una universidad, o de un sistema universitario en general, no puede considerarse, desde un enfoque global, sin contemplar la adecuación del producto que sale de sus aulas a las demandas sociales y productivas del mercado de trabajo donde se insertan dichos productos (Jimenez, A., 2009).

El objetivo central de este trabajo ha consistido en analizar las opiniones que manifiestan una muestra de jóvenes egresados de la UPV/EHU una vez incorporados al mundo laboral.

Los egresados en arquitectura técnica de la UPV/EHU presentan unas tasas de empleo por debajo de las titulaciones técnicas en general, siendo además las de las mujeres un 4,3% menor que la de los hombres arquitectos técnicos para el periodo analizado (2005-2013).

En general podemos concluir que los egresados de la UPV/EHU en arquitectura técnica han sufrido los efectos de la crisis en mayor medida que el resto de titulaciones técnicas y que las diferencias entre hombres y mujeres a pesar de ser cada vez menores persisten en lo que a la retribución y a la temporalidad se refiere, siendo ellas las que cobran salarios menores y sufren mayores tasas de contratación temporal.

### Referencias

- Aneca (2007). Reflex. Informe Ejecutivo. El profesional flexible en la sociedad del conocimiento.
- Ministerio de Empleo y Seguridad Social de España (2016). La situación de las mujeres en el mercado de trabajo en 2015.
- Fachelli, S. Planas, J. (2014). Inserción profesional de los universitarios: de la expansión a la crisis. RES nº 21- Pp 69-98. ISSN: 1578-2824.
- García, L., Díaz, G. (2009). Relaciones entre la nota de egreso de los titulados universitarios y su inserción laboral. European Journal of education and Psychology . vol. 2, nº3, pp-169-180.
- Jimenez, A. (2009). Reflexiones sobre la necesidad de acercamiento entre universidad y mercado laboral. Revista Iberoamericana de Educación nº50/1. ISSN : 1681-5653.
- Lanbide (Servicio Vasco de Empleo). Estadística de inserción laboral de titulados universitarios. [http://www.lanbide.euskadi.eus/estudios-estadisticas/#stats5\\_clStats](http://www.lanbide.euskadi.eus/estudios-estadisticas/#stats5_clStats)
- Infante, M.1; Román, M.2 ; Traverso, J. El sector español de la construcción bajo la perspectiva de género. Análisis de las condiciones laborales. Revista de la Construcción Volumen 11 N° 1 - 2012 p.32-43



## **Estilo cognitivo hacia la innovación de los estudiantes. Un estudio piloto en la ETSIDI-UPM.**

**Martín-Rubio, Irene<sup>a</sup>, Diego Andina<sup>a</sup>, Ana Mendez<sup>a</sup>, Gabriel Gascó<sup>a</sup>, Dulce Gómez, Silvia Medina<sup>a</sup>, Joaquin Fabregat<sup>a</sup>, Jose Manuel Antón, Juan Grau, Ruben Moratiel<sup>a</sup>, Antonio Saa-Requejo<sup>a</sup>, Ana Maria Tarquis<sup>a</sup>**

**Grupo Innovación Educativa RiskMetrics, Universidad Politécnica de Madrid**

<sup>a</sup> Persona de contacto: [irene.mrubio@upm.es](mailto:irene.mrubio@upm.es) ETSIDI-UPM

---

### ***Abstract***

#### ***Student' s Cognitive style towards innovation. A pilot study at ETSIDI-UPM***

*We study of the cognitive styles of our students to understand their process of collaboration and innovation. First, we summarize the inventory of the Kirton's adaptor-innovator Theory (KAI), and second, we apply our test, to our students at UPM. In this work, we present a pilot study carried out at ETSIDI (School of Engineering and Industrial Design).*

***Keywords:*** Innovation, Kirton Theory, collaboration

---

### ***Resumen***

*Realizamos un estudio de los estilos cognitivos de nuestros estudiantes para entender su forma de innovar y colaborar para alcanzar dicha innovación. Para ello, primero, resumimos el inventario de la Teoría de Kirton Adaptador-Innovador (KAI), y segundo, se lo aplicamos a nuestros estudiantes (más innovador o adaptador) en UPM. Aquí presentamos un estudio piloto llevado a cabo en ETSIDI (Escuela Técnica Superior Ingeniería y Diseño Industrial).*

***Palabras clave:*** Innovación, Teoría Kirton, Colaboración

## Introducción, Justificación y Objetivos

La Teoría de Adaptador vs. Innovador de Kirton (KAI) se basa en el supuesto de que todas las personas resuelven problemas y son creativas (Kirton 1976). Kirton demostró que todas las personas pueden ubicarse en un continuo que va desde la capacidad de "hacer las cosas mejor" hasta la capacidad de "hacer las cosas de manera diferente". El cuestionario del test de Kirton contiene 32 ítems para medir el estilo de resolución de problemas de un individuo en una escala de 32 a 160.

Nuestro proyecto de investigación no surgió de un diseño de investigación preconcebido. Desarrollamos nuestro propio cuestionario a partir de la tabla 1. Después lo pasamos a nuestros estudiantes en nuestras aulas.

**Tabla 1. Características de los Adaptadores e Innovadores**

Adaptadores	Innovadores
<p>Caracterizados por la precisión, fiabilidad, eficiencia; visto como metódico, prudente, disciplinado.</p> <p>Preocupados por resolver problemas en vez de encontrarlos. Buscan soluciones a los problemas de maneras probadas y entendidas.</p> <p>Reducen los problemas mediante mejoras y mayor eficiencia, con máximo de continuidad y estabilidad.</p> <p>Hacen las cosas mejor.</p> <p>Sensibles a las personas, mantienen la cohesión y cooperación del grupo.</p>	<p>Desarrollan pensamiento divergente, se acercan a las tareas desde perspectivas insospechadas.</p> <p>Tienden a descubrir problemas y a hacerlo sin la búsqueda de un consenso.</p> <p>Son catalizadores para grupos establecidos, irreverentes con sus puntos de vista consensuados. Son vistos como agresivos, crean disonancias. Considerados ingenioso.</p> <p>Hacen las cosas de manera diferente</p> <p>Parecen insensibles a las personas en la búsqueda de soluciones, por lo que, a menudo, amenaza la cohesión del grupo y la cooperación</p>

Fuente: Elaboración propia a partir de Kirton (1976,2003) y Bobin et al. (1999)

## Trabajos Relacionados

KAI se desarrolló a lo largo de los años setenta y ochenta principalmente como una forma de explicar la creatividad y las tendencias de resolución de problemas. En 2003, la literatura sobre adaptadores e innovadores, cambió la consideración de adaptadores (Kirton, 2003). La literatura posterior favorece a los innovadores frente a los adaptadores. Sin embargo, Kirton promovió la necesidad de un equilibrio en la literatura, no favoreciendo un estilo sobre el otro, sino reconociendo el valor de las capacidades de resolución de problemas de cada persona.

### Trabajo Desarrollado

En la tabla 1 exponemos las características que destacamos para resumir el Test y aplicarlo a nuestros estudiantes.

Inicialmente, la información se recopiló y procesó con nuestros estudiantes en Proyectos Finales de Grado en ETSIDI. De esta manera, podemos entender cómo nuestros estudiantes aprenden sobre su estilo cognitivo. El primer caso piloto se realizó para el análisis de los estudiantes de Grado de Ingeniería Electrónica Industrial y Automática de la ETSIDI (Navarro, 2018).

### Principales Resultados

En la figura 1 mostramos los resultados generales, obtenidos en la Pureba Piloto en el Grado de Ingeniería Electrónica Industrial y Automática.

Figura 1. Resultados Estilo Cognitivo. Estudiantes Grado Ing. Electrónica Industrial y Automática ETSIDI, 2017



En cuanto a los estilos de innovación, los estudiantes de primer año presentan una tendencia destacada a la innovación pura, implicando que estas personas tienden a enfrentar problemas con enfoques menos convencionales, a través del análisis desde diferentes puntos de vista, a veces pareciendo insensibles a las opiniones del resto al buscar soluciones. En cuarto curso, se puede ver un ligero predominio de la innovación pura, casi insignificante.

## **Conclusiones**

KAI es una teoría que pretende explicar las diferencias en los estilos cognitivos de las personas para afrontar la creatividad. De esta forma, los profesionales que trabajan en equipos pueden gestionar su colaboración a través del conocimiento de su estilo cognitivo para entender los problemas y facilitar soluciones innovadoras.

Al evaluar a las personas según su estilo cognitivo para innovar, los líderes pueden conocer la forma de colaborar de los profesionales que trabajan en sus proyectos innovadores.

## **Referencias**

- Bobic, M., Davis, E., Cunningham, R. (1999) "The Kirton Adaptation—Innovation Inventory Validity Issues, Practical Questions" *Review of Public Personnel Administration*, Spring, 18-31.
- Kirton, M. (2003). *Adaptation and innovation in the context of diversity and change*. Routledge, Londres, Reino Unido.
- Kirton, M. J. (1976). Adaptors and innovators: A description and measure. *Journal of Applied Psychology*, 61, 622- 629.
- Kirton, M. J. (1994) *Adaptors and innovators: Styles of creativity and problem-solving*. Routledge, Londres, Reino Unido.
- Navarro García, Gonzalo (2018). Evaluación del estilo de aprendizaje y trabajo en equipo de los estudiantes en ingeniería. Proyecto Fin de Carrera / Trabajo Fin de Grado, E.T.S.I. Diseño Industrial (UPM), Madrid. <http://oa.upm.es/49605/>



## **Optimización del proceso creativo en el aula: entrenamiento de la actitud creadora para reducir la complejidad multidimensional del pensamiento creativo en equipo.**

**Elena González Leonardo**  
Universidad de Valladolid  
elena.gonzalez.leonardo@gmail.com

---

### **Abstract**

*This work is part of the subject "Processes of creation of the advertising message" of 4th grade in Advertising and Public Relations of the University of Valladolid. In the group ideation, there are cognitive, affective and cultural blocks, the synergy is poor and participatory are unequal. The technique by E. de Bono "Six hats to think" is implemented. The objective is separating the multidimensional complexity of creative thinking in 6 "colored hats". When "hats" are worn, the participant "plays" and overcoming the ego and the associated creative limitations. The application of the technique has revealed itself as a useful tool for the creative process as well as for the implicit learning of an attitude or creative habit that diminishes blockages and fosters creativity in the team. It is considered that the application can act as an incentive instrument for undergraduate students.*

**Keywords:** *creativity - competence - team work - creative process -*

---

### **Resumen**

*El presente trabajo se enmarca en la asignatura "Procesos de creación del mensaje publicitario" de 4º grado en Publicidad y RRPP de la Universidad de Valladolid. Se detecta que durante la ideación en grupo, afloran bloqueos de tipo cognoscitivo, afectivo y cultural, la sinergia es escasa y existe desigualdad participativa. Se implementa la técnica "Seis sombreros para pensar", ideada por E. de Bono. El objetivo de separar la complejidad multidimensional del pensamiento creativo en 6 "sombreros de color". Cuando se usan los "sombreros" el participante "juega" y sale de su "yo", superando el ego y las limitaciones creativas asociadas. La aplicación de la técnica se ha revelado como una herramienta útil para el proceso creativo así como para el aprendizaje implícito de una actitud o hábito creador que disminuya bloqueos y fomente la creatividad en el equipo. Se considera que la aplicación puede actuar como instrumento de incentivación para los alumnos de grado.*

**Palabras clave:** *creatividad - competencia - trabajo en equipo - proceso creativo -*

*Optimización del proceso creativo en el aula: entrenamiento de la actitud creadora para reducir la complejidad multidimensional del pensamiento creativo en equipo.*

### **Introducción, Justificación y Objetivos**

En presente trabajo se enmarca en la asignatura “Procesos de creación del mensaje publicitario: medios y soportes”, de carácter obligatorio en 4º curso del Grado en Publicidad y Relaciones Públicas de la Universidad de Valladolid, Campus de Segovia. Se trata de una aplicación práctica llevada a cabo en el curso 2015-1016 con 18 alumnos con perfiles heterogéneos.

Al comienzo de la asignatura se detecta que durante la ideación en grupo, afloran bloqueos de tipo cognoscitivo, afectivo y cultural. Se observa la actitud de los alumnos durante las primeras prácticas y se detecta que existe poca sinergia y un gran predominio de roles. La “guía” del proceso creativo, el ejercicio de una labor valorativa desde el inicio o la baja participación son algunas de las actitudes que más proclives a bloquear la sinergia creativa del equipo. Las agencias de publicidad destacan la importancia de la actitud creadora y la experiencia en la generación de ideas, sin embargo, de entre los alumnos participantes, el 85% se identifica con un perfil profesional relacionado con las RRPP y el 75% afirma no sentirse creativo.

A raíz de ello, y a pesar de que en la práctica profesional no se emplean métodos heurísticos para la creación del mensaje publicitario, se pretende ofrecer un método para guiar la creación y la toma de decisiones en grupo a fin de evitar bloqueos y simplificar la complejidad del proceso creativo. Se busca también reducir otro problema asociado: la exposición de la personalidad a través de las proyecciones creativas; surge la necesidad de huir del “yo” o del “ego” creativo para reducir bloqueos por inseguridad o posibles conflictos. Se considera que en el contexto del aula, puede ser de gran utilidad emplear métodos creativos que actúen como “entrenamiento” para desarrollar u ordenar ciertos hábitos de pensamiento.

Con este fin, se selecciona la técnica “seis sombreros para pensar” (T6SP) ideada por E. de Bono, quien propone separar la complejidad multidimensional del pensamiento creativo en 6 “sombreros de color”. Cuando se usan los “sombreros” para pensar y decidir, el participante “juega” y sale de su “yo”, superando el ego y las limitaciones creativas asociadas. Siendo estas las competencias concretas que a través de la experiencia se pretende afianzar en el estudiante a largo plazo. Los roles son los siguientes:

- Sombrero blanco: datos objetivos
- Sombrero negro: precauciones, constructivo.
- Sombrero amarillo: aspectos positivos.
- Sombrero rojo: pensamiento emocional.
- Sombrero verde: pensamiento lateral.
- Sombrero azul: control y guía.

En base a ello, se lleva a cabo la aplicación experiencial en la asignatura referida; se implementa en la parte práctica enfocado a la generación y selección de la idea creativa de una campaña de publicidad.

### **Trabajos Relacionados**

No se han encontrado publicaciones sobre trabajos relacionados implementados en la etapa formativa universitaria. Sin embargo, la técnica es empleada con frecuencia por formadores externos contratados por empresas privadas con el fin de formar en competencias creativas y toma de decisiones a sus trabajadores y directivos. El procedimiento varía según el caso y tipo de actividad. Para la experimentación en el aula, se ha planteado un trabajo “ad hoc” buscando el desarrollo de competencias básicas para la elaboración del mensaje publicitario así como el desarrollo de la capacidad de relación interpersonal del estudiante desde la autonomía.

### **Experimentación / Trabajo Desarrollado**

La asignatura tiene una carga lectiva de 6 créditos ECTS. Se destinan 6 sesiones en total, distribuidas en 4 etapas. Las etapas 1, 2 y 3 corresponden a etapas preparatorias.

Etapas:

1. **Trabajo de la actitud creativa:** (3 sesiones)  
Trabajo en el aula de los aspectos que bloquean/potencian la creatividad individual y en grupo. Reflexión sobre la actitud creativa. Identificación de bloqueos individuales. Estudio del *fluir creativo* y ejercicios de pensamiento divergente.
2. **Encargo de comunicación:** (1 sesión)  
Se forman tres equipos de 6 personas: E1, E2, E3. Se entrega un *briefing* y se procede a la búsqueda de información y definición de estrategia. El equipo aún no ha realizado ninguna reunión creativa, únicamente han tenido lugar las primeras ideas individuales a partir de la incubación del problema.
3. **Aprendizaje de la técnica 6 sombreros para pensar:** (1 sesión)  
Se procede a conocer el método así como la utilidad de la técnica y el rol de cada sombrero de “color”. Se refuerza la comprensión con un ejercicio simulado de decisión simple en grupo donde todos los alumnos han de aplicar cada “sombrero de color”.
4. **Aplicación de la técnica a la búsqueda del concepto creativo:** (1 sesión)  
Aplicación de la técnica “seis sombreros para pensar” para resolver el *briefing*: Tiene lugar una primera reunión creativa de los equipos en la que todos los alum-

*Optimización del proceso creativo en el aula: entrenamiento de la actitud creadora para reducir la complejidad multidimensional del pensamiento creativo en equipo.*

nos deben haber trabajado el briefing y estudiado la técnica así como tomado conciencia sobre las actitudes que fomentan/bloquean la creatividad del grupo.

*Procedimiento:*

- Los 3 equipos están formados por perfiles heterogéneos donde cada componente conoce en profundidad uno de los sombreros.
- Todos los componentes del equipo piensan a la vez bajo un mismo sombrero representado con un objeto de color sobre la mesa.
- Se comienza con los datos objetivos “sombrero blanco” (datos contenidos en el briefing y recopilados en la primera investigación).
- No se establecen normas en el orden ni en las reiteraciones de color.
- El alumno que ha profundizado en el estudio del “sombrero azul” guía el proceso según la necesidad creadora, indicando el cambio de sombrero cuando se agote el anterior necesario (se escoge alumno con capacidad estratégica).
- Las ideas se registran con rotulador de color sobre papel continuo, con el color bajo el que se han generado.

Durante las sesiones, se graba en video a los 3 grupos para su posterior observatorio; los primeros minutos los alumnos son conscientes de la presencia de la cámara, sin embargo, a partir de los 10/12 minutos, dejan de estar pendientes de la grabación y actúan con espontaneidad. La sesión creativa dura en torno a 90 minutos. El profesor actúa como observador no participante en la consecución del objetivo, ejerciendo labor de apoyo únicamente en lo referido a la técnica.

### **Principales Resultados**

Los resultados resultan divergentes y se conectan de forma directa con la actitud del equipo, el grado de implicación y el dominio de la técnica:

- Equipo 1:
  - Actitud grupal creativa: siguen las recomendaciones.
  - T6SP: siguen la metodología.
  - Resultado: Buena producción cuantitativa de ideas, selección de una idea creativa de calidad, acorde a la estrategia y al briefing.
- Equipo 2:
  - Actitud grupal creativa: no siguen las recomendaciones, surgen “líderes”, “bloqueos”, “juicios previos”, “sin respeto por tiempos”...

- T6SP: no siguen las pautas: cambian de sombrero de forma continua e inmediata, no respetan la dirección de la persona de control.
- Resultado: Bloqueo creativo grupal, finalizan la sesión sin resolver el briefing.
- Equipo 3:
  - Actitud grupal creativa: siguen las recomendaciones.
  - T6SP: dos alumnos no dominan la técnica, provocando dispersión y ralentizando el proceso. El "sombrero azul" no asistió, tuvo que asumir su rol otro alumno con menos capacidad de gestión.
  - Resultado: ejecución lenta fomentan la creatividad del grupo con sus actitudes pero se descentran del objetivo por dudas sobre el procedimiento, al finalizar el tiempo se encuentran en un estadio inicial. Su percepción es de utilidad.

### Conclusiones

La aplicación de la técnica se ha revelado como una herramienta útil para satisfacer los objetivos planteados. Los grupos que no siguieron la recomendaciones o no dominaban la técnica incurrieron en el proceso de bloqueo observado en ejercicios anteriores.

Se plantea dicha aplicación para "simplificar" el pensamiento creativo en busca de un aprendizaje implícito de una actitud o hábito creador que reduzca bloqueos y fomente la creatividad en grupo.

Se considera que la aplicación puede actuar como instrumento de incentivación útil para los alumnos de grado, pudiendo incluso ser extrapolable como recurso metodológico para el creativo publicitario en su actividad profesional.

### Referencias

- Baños González, M. (2003) *Métodos heurísticos y creación publicitaria* (Tesis Doctoral) UCM, Madrid.
- Csikszentmihalyi, M. (1997) *Fluir (Flow) : una psicología de la felicidad*. Barcelona : Kairós
- De Bono, E. (1988) *Seis sombreros para pensar*. Ed. Granica, Buenos Aires.
- Del Río Pérez, J. (2006). *Bibliography on Advertising Creativity: A review. Communication & Society* 19(1).
- Etayo, C. y Del río, J. (2008). "Influencia de los factores humanos sobre la creatividad en las agencias de publicidad", *Zer*, nº 13.
- Roca, D. (2007) "El briefing creativo en las agencias de publicidad: una aproximación cualitativa al caso español", *Zer*, nº 23.



## La formación específica en competencias transversales como contenido integrado en el plan docente.

**Elena González Leonardo**

Universidad de Valladolid

elena.gonzalez.leonardo@gmail.com

---

### **Abstract**

*As a response to the demanded profile by the professional sector, it is decided to allocate a third of the content of the teaching program from a degree subject to specific training in transversal competencies. The objective is to form a proactive, e-competent, resolutive professional, capable of enhancing the team's value and generating and communicating projects that offer a valuable proposition. To this aim, several tools are offered, among which are Design thinking and Trello. After this specific training, the students have to extrapolate the skills learned and implement them to the final project of the subject. This project is part of the subject "Sponsorship and Patronage" of 4th Degree in Advertising and Public Relations of the University of Valladolid. In order to measure the effectiveness of the specific training, the evaluation of the teacher will be combined with the self-evaluation of the students.*

**Keywords:** . competency - TIC - design thinking - team work

---

### **Resumen**

*Como respuesta al perfil demandado por el sector profesional, se decide destinar un tercio de los contenidos del programa docente de una asignatura de grado a formación específica en competencias transversales. El objetivo es formar un profesional resolutivo, e-competente, proactivo, capaz de potenciar el valor del equipo y de generar y comunicar proyectos que ofrezcan una propuesta de valor. Para ello se ofrecen diversas herramientas, entre las que se encuentran Design thinking y Trello. Tras esta formación específica, los alumnos han de extrapolar las aptitudes e implementarlas en el proyecto final de la asignatura. Dicho proyecto se enmarca en la asignatura "Patrocinio y Mecenazgo" de 4º de Grado en Publicidad y RRPP de la Universidad de Valladolid. Para medir la eficacia de esta formación específica, se*

*La formación específica en competencias transversales como contenido integrado en el plan docente.*

*combinará la evaluación del profesor con la autoevaluación de los estudiantes.*

***Palabras clave:*** *competencia - TIC - design thinking - trabajo en equipo*

## **Introducción, Justificación y Objetivos**

El panorama profesional se encuentra caracterizado por la gestión del conocimiento, el uso de las nuevas tecnologías y la orientación hacia la creatividad y los servicios; el acceso a la información ha transformado los espacios comunicativo y docente, dando lugar a nuevos modelos sociales que condicionan y caracterizan nuevos entornos de aprendizaje propiciados por recursos digitales emergentes y una nueva relación virtual entre los distintos agentes que operan en el entorno docente y profesional del futuro creativo publicitario.

Con el objetivo de acercarse al perfil creativo demandado actualmente en el campo de la publicidad y las RRPP, la propuesta docente pretende otorgar protagonismo a la formación en competencias así como contribuir a formar un profesional resolutivo, e-competente, proactivo, capaz de potenciar el valor del equipo y de generar y comunicar proyectos que ofrezcan una propuesta de valor.

Para integrar la formación y práctica de estas competencias en formación docente, se destina un tercio de las sesiones docentes de una asignatura de grado, a formación específica en determinadas competencias transversales que resultan fundamentales para el ejercicio de las profesiones vinculadas a la materia. En la programación se contemplan metodologías de trabajo en equipo, comunicación interpersonal y Design Thinking, planteadas como herramientas para trabajar las competencias indicadas y proceder a la guía de la creatividad estratégica aplicada al diseño y planificación, en equipo, de un proyecto real de patrocinio propuesto por alumnos de 4º de grado. El proyecto supone el trabajo final de la asignatura "Patrocinio y Mecenazgo", optativa en 4º de grado de Publicidad y Relaciones Públicas de la Universidad de Valladolid, Campus de Segovia. Dicho proyecto tiene una ponderación de 6 puntos sobre los 10 totales de la asignatura.

Como pilares básicos, los estudiantes han de adquirir los conocimientos esenciales en torno al patrocinio, mecenazgo y crowdfunding, así como conocer la realidad del sector y desarrollar actitud crítica frente a la misma. Estos contenidos son trabajados a través de prácticas participativas en las primeras sesiones y calificados sobre los 4 puntos restantes de la nota final. Para un eficaz desarrollo del proyecto final, este ha de nutrirse de proactividad, cooperación, una gestión adecuada del trabajo en equipo, comunicación interpersonal y toma de decisiones, sumados a la capacidad de gestionar proyectos a través de las TIC.

## Experimentación / Trabajo Desarrollado

La experiencia tiene lugar como parte de la asignatura “Patrocinio y Mecenazgo”, cuya carga lectiva de 3 créditos ECTS. Las sesiones de formación en competencias 1, 2 y 3, se alternan con la formación inicial teórico-práctica centrada en los contenidos de la asignatura. Las sesiones de formación en competencias 3, 4 y 5 son correlativas y van seguidas de sesiones de trabajo en equipo en el aula donde la profesora guía tanto el proceso de trabajo presencial como la gestión a través de Trello. Cada sesión de aula tendrá unos retos u objetivos concretos en relación a contenidos y grados de calidad a fin de que los estudiantes aprendan a gestionar el tiempo.

Contenidos de las sesiones destinadas a formación en competencias transversales:

**Sesión de competencias 1:** Actitudes para potenciar el equipo; la estrategia como motor de acción para el logro de objetivos.

- *Organización:* Participantes: 27. Tiempo total: 40 minutos
- *Contenidos:* Roles de equipo, estrategia y consecución de objetivos (Dinámica: torre de papel)
  - *Procedimiento:* Se divide el aula en 3 equipos, se asigna un observador a cada uno de ellos. Cada equipo cuenta con la misma cantidad de material para construir y 12 minutos. Se establecen dos objetivos: máxima altura y máxima estabilidad. Tras la dinámica se analizan los roles del trabajo en equipo y se valoran los objetivos frente a distintas variables.
  - *Objetivo:* Toma de conciencia del trabajo en equipo, estrategia y ponderación de objetivos, relación contextual con casos profesionales y procedimientos para el éxito en la gestión de proyectos.

**Sesión de competencias 2:** Comunicación interpersonal.

- *Organización:* Participantes: 27. Tiempo total: 40 minutos
- *Contenidos:* Proyecciones en la comunicación interpersonal (Dinámica: “*El caso de Miguel*”)
  - *Procedimiento:* Se divide el aula en 5 equipos, cada equipo tiene un relato sobre el comportamiento de Miguel, que corresponde a una persona del entorno de Miguel a partir de su interacción con el protagonista durante un día concreto. Cada equipo ha de construir el perfil de Miguel. Tras la puesta en común de cada perfil, se lee el relato del propio Miguel sobre lo acontecido ese día.
  - *Objetivo:* Análisis en torno a la subjetividad en el relato (emisión y recepción) y de las proyecciones generadas a través de la comunicación oral. Relación con el contexto de la venta de proyectos y la empatía en el equipo de trabajo.

**Sesión de competencias 3:** Business design.

- *Organización:* Participantes: 25. Tiempo total: 4 horas.

*La formación específica en competencias transversales como contenido integrado en el plan docente.*

- *Contenidos:* Design Thinking aplicado a la generación de valor y propuestas de negocio.
  - *Procedimiento:* Se divide el aula en 5 equipos y se les facilita un reto relacionado con la generación de una propuesta de valor. Se guía a los equipos en cada fase del trabajo: empatía, definición, ideación, prototipado y testeo. Al final del proceso, los equipos han de comunicar sus ideas de negocio comunicando al grupo su la ventaja competitiva.
  - *Objetivo:* Aprendizaje de la metodología Design thinking como herramienta para la innovación, solución de problemas, toma de decisiones, identificación de oportunidades, guía de las fases de convergencia y divergencia propias del proceso creativo y pensamiento crítico. Se realiza un análisis final sobre el proceso de trabajo para su toma de conciencia y extrapolación de claves de acción al proyecto que los estudiantes deberán generar en la asignatura.

**Sesión de competencias 4:** Design thinking aplicado a un proyecto de crowdfunding.

- *Organización:* Participantes: 27. Tiempo total: 2 horas.
- *Contenidos:* Extrapolación de lo aprendido en la sesión de business design a la generación de un proyecto propio financiado a través del crowdfunding.
  - *Procedimiento:* Se divide el aula en 7 equipos. Recordatorio de las competencias clave concluidas en las anteriores sesiones. Cada equipo implementa el procedimiento para diseñar un proyecto propio de patrocinio o mecenazgo vinculado a oportunidades de financiación a través del crowdfunding.
  - *Objetivo:* Ofrecer una guía eficaz para reducir la complejidad en el proceso creativo, fomentar el emprendimiento y la proactividad, generar una propuesta de valor innovadora, pensamiento crítico y estratégico, trabajo eficaz en el equipo.

**Sesión de competencias 5:** Uso de las TIC para la gestión profesional de proyectos y del equipo.

- *Organización:* Participantes: 27. Tiempo total: 2 horas.
- *Contenidos:* *Trello* como herramienta para la gestión del trabajo en equipo.
  - *Procedimiento:* Visionado de un proyecto real gestionado con *Trello* y formación operativa de la herramienta. Ejercicio: cada equipo ha de planificar las tareas necesarias y diseñar su interfaz en *Trello*.
  - *Objetivo:* Gestión profesional de proyectos y del trabajo en equipo. Desarrollo de competencias digitales.

Los alumnos han de evaluar su propio aprendizaje en competencias así como el desarrollo del trabajo del equipo, al finalizar el trabajo; dicha parte de ejecución de competencias, supone 2 puntos de 6 en el trabajo final. El rol de la profesora es de observador y guía, actuando como mediador en la ponderación numérica del trabajo en equipo; dicha evaluación

se efectúa de forma cualitativa a través de cuestionario; la ponderación numérica se llevará a cabo en tutoría, con el objetivo de consensuar las percepciones del grupo con la del observador y actuar como mediador o guía en la cuantificación de dicha valoración cualitativa.

### **Principales Resultados**

Los resultados denotan que el aprendizaje en competencias se está llevando a cabo de forma efectiva, sin embargo, el programa está actualmente en curso, por lo que los resultados finales no pueden ofrecerse hasta el mes de mayo.

Los valores de medición frente a las competencias se planifican de la siguiente forma:

- Percepción de los alumnos vs del observador (profesor participante en los tableros de Trello) en lo relativo a roles y participación en el equipo.
- Percepción de los estudiantes vs del profesor en la comunicación interpersonal en el equipo y en la presentación (venta) final del proyecto.
- Grado de gestión profesional y eficaz a través de Trello valorada por el profesor.
- Implicación de los estudiantes en el proyecto valorada a través de sus percepciones vs la del profesor.
- Originalidad del proyecto y de la propuesta de valor.
- Capacidad para resolver conflictos (percepción del estudiante vs del profesor observador).
- Percepción de los alumnos sobre la utilidad de la metodología design thinking para solucionar el reto de la asignatura.
- Valoración del profesor sobre la capacidad de extrapolación de la metodología Design Thinking ofrecida en la sesión de competencias 3 para su aplicación autónoma por parte del alumnado en la sesión de competencias 4.

Como instrumento de motivación, se gamificarán las sesiones de aula ofreciendo reconocimiento a los equipos que cumplan, en grado máximo (definido previamente en términos de contenidos y competencias) los retos de corto plazo propuestos para la gestión del trabajo. Los símbolos serán notificados a través del grupo de Facebook de la asignatura donde están en contacto todos los estudiantes y la profesora. La consecución de todos los retos temporales, dará lugar a puntuación extra.

### **Conclusiones**

Hasta el momento, se puede prever que la acción de destinar sesiones a formación específica en competencias supone varios puntos fuertes.

*La formación específica en competencias transversales como contenido integrado en el plan docente.*

- Fomenta la toma de conciencia de los alumnos sobre la importancia del aprendizaje de las mismas, logrando captar su atención e interés a través de la participación activa.
- Para la participación activa y el interés de los estudiantes, es fundamental la forma en que se desarrolla la dinámica, obteniendo mejores resultados en caso de contar con un dinamizador que domine la comunicación interpersonal, empalme con un público joven y gamifique el proceso.
- Los mayoría de los alumnos no asimilan en su totalidad la didáctica o claves extrapolables tras una sesión formativa de 1 o dos horas, la extrapolación práctica y autónoma de los aprendizajes refuerza notablemente la toma de conciencia, comprendiendo el “como hacer” y ensayando el “saber hacer”.
- El alumnado percibe profesionalización a través de la herramienta Trello, lo que se traduce en motivación. No obstante, en un momento inicial, requiere guía o organización de objetivos a corto plazo; la mitad de los grupos de trabajo, no la usaron de forma real desde el primer momento.
- La herramienta design thinking ha ayudado notablemente a los alumnos a comprender el término “propuesta de valor”, no obstante, algunos grupos llegaron a su idea de proyecto de forma espontánea. Se destaca la habitualidad con que los alumnos generan ideas en el grado en publicidad. Aún en los casos en los que no se llegó a la idea a través del método, el proceso creativo y estratégico de convergencia y divergencia de ideas, supone igualmente un gran aporte al proyecto.
- Se pretende valorar en qué grado los estudiantes perciben la importancia de trabajar dichas las competencias y en qué grado consideran que ha mejorado su capacidad de trabajo en equipo y de comunicación interpersonal.
- Se pretende igualmente valorar en qué grado los estudiantes sienten que su trabajo ha sido profesional y se han sentido motivados durante el proceso.

## **Referencias**

- Agulhon R., Bassino J. P., Boniface J. C., Brechbuhler Ch., Milaire H. G., Mouchart A., Roussel C. (1980). *Protection integree du vigne*. ITV-ACTA. Ed. Issoudun. Francia I, 148 pp. II 79 pp.
- Perez M. *Curriculum Transversal En La Contemporaneidad*. (2017). Escenarios, 15(1), pp. 131-148.  
**Doi:** <http://dx.doi.org/10.15665/esc.v15i1.1126>
- Wrigley, C. & Straker, K. (2015). *Design Thinking pedagogy: The Educational Design Ladder. Innovations in Education and Teaching International*. doi 10.1080/14703297.2015.1108214.



## Los alumnos deciden: Edublog de la asignatura Estadística

**Ángeles Calduch-Losa**

Departamento de Estadística e Investigación Operativa Aplicadas y Calidad, Universitat Politècnica de València, mcalduch@eio.upv.es

---

### **Abstract**

*This work presents an experience with an educational blog in a statistic subject, with first course students of the degree in Computer Engineering at the Universitat Politècnica de València (UPV). In the blog collaborate the teacher and the students, and there are posts related with the subject, taking advantage of to publish statistical curiosities and erroneous studies found in digital channels. In this way, the students can see statistic applications in the real life, further of the related with the degree.*

**Keywords:** *Blog, EEES, ICT, teach-learning process.*

---

### **Resumen**

*En este trabajo se presenta el edublog con el que se trabaja en un grupo de la asignatura Estadística que se imparte en el cuatrimestre B de primer curso de la titulación Grado en Ingeniería Informática (GII) en la Universitat Politècnica de València (UPV). En el blog se tratan temas relacionados con la asignatura, aprovechando para publicar curiosidades estadísticas y estudios erróneos que se encuentran en ocasiones en medios digitales. De este modo, pueden verse aplicaciones de la estadística en la vida real, más allá de las relacionadas con la titulación. Este edublog es colaborativo, ya que las entradas las realizan tanto los estudiantes como la profesora.*

**Palabras clave:** *Blog, EEES, procesos de enseñanza-aprendizaje, TIC.*

### **Introducción, Justificación y Objetivos**

Las asignaturas que se cursan en un primer curso de Grado universitario suelen ser materias básicas, y muchas veces los alumnos no aprecian su utilidad hasta que no están en cursos superiores; es el caso de *Estadística*, que se imparte como asignatura troncal de 6 créditos en el cuatrimestre B de primer curso del Grado en Ingeniería Informática (GII) en la Escola Tècnica Superior d'Enginyeria Informàtica (ETSINF) de la Universitat Politècnica de

València (UPV). Conocedora de este problema, la docente que presenta este trabajo trata de que sus alumnos sientan curiosidad por la materia y quieran aprender más de ella que el temario que se ve en la asignatura. Teniendo claro el contenido que la profesora quería compartir con los alumnos fuera del aula, quedaba decidir cuál sería el medio que se utilizaría, y a petición de los alumnos, se acordó que sería un blog. Por lo tanto, este trabajo tiene dos tipos de objetivos: Objetivos generales: (1) trabajar en un entorno amigable para el alumnado, (2) utilizar las Tecnologías de Información y Comunicación (TIC) y (3) potenciar el pensamiento crítico de los estudiantes. Objetivos específicos: (1) despertar en los alumnos la curiosidad hacia la estadística, (2) aumentar sus conocimientos de estadística, más allá de los temas que se tratan en clase y (3) ayudarles a reconocer falacias que se publican ocasionalmente en estudios realizados en los medios de comunicación.

### **Trabajos Relacionados**

Las TIC forman parte de la docencia, sobre todo universitaria, en los últimos años, y en particular los blogs. En la literatura, podemos destacar que hace más de 10 años se hablaba de ellos como un nuevo recurso para la docencia (Luengo et al., 2007), que se han estudiado como actividades complementarias para mejorar la docencia (Pérez-Nevado et al., 2012), y que se ha destacado el aprendizaje colaborativo que se puede realizar mediante edublogs en la enseñanza universitaria (Dapía y Escudero, 2014).

### **Experimentación / Trabajo Desarrollado**

Al inicio de la asignatura, la profesora creó el edublog con *blogger*, que es la plataforma de Google para la creación y mantenimiento de blogs. Se les preguntó a los estudiantes sobre su preferencia a la hora de escribir el blog: si querían comentar las noticias que pusiera la docente, o si preferían buscar ellos noticias, y decidieron que harían las dos cosas: en unos casos comentarían, y en otros publicarían. Los alumnos fueron invitados a colaborar en el blog mediante un enlace a su correo institucional. Las primeras entradas corrieron a cargo de la docente, y hacía preguntas directas sobre ellas, para indicarles por dónde deberían ir sus respuestas. De este modo, los alumnos veían con qué tipo de aportaciones se esperaba que contribuyesen. Los post incluyen artículos científicos, artículos de divulgación, vídeos de YouTube..., cualquier modo propagar curiosidades estadísticas. Poco a poco, los alumnos se fueron incorporando, primero con sus comentarios, y luego colgando noticias y vídeos. Hay que indicar que la actividad es totalmente voluntaria, aunque puede contribuir a la nota final con un máximo de un punto sobre los diez de la calificación final de la asignatura. Si los alumnos no quieren participar en el blog, tienen otras maneras de conseguir el punto de la nota. El blog se encuentra en la dirección: <https://curiosidadesestadisticas.blogspot.com.es>

## Principales Resultados

El grupo con el que se ha realizado el experimento consta de 39 alumnos, de los que 37 acuden asiduamente a clase, y 25 de ellos están dados de alta como contribuyentes, es decir, 2 de cada 3 alumnos totales. Se han compartido más de 20 entradas, varias de ellas comentadas a su vez. Se han cumplido los objetivos generales, ya que se ha utilizado la herramienta que ellos han solicitado, y el blog ha sido colaborativo, como ellos querían. Leer las noticias que publicaba la profesora les ha hecho cuestionarse las explicaciones que había en ellas. Por otra parte, se ha conseguido que los alumnos busquen y compartan curiosidades estadísticas, que mediante sus propios recursos (el caso de un estudiante que ha generado y publicado código en el lenguaje *Java*) sean capaces de confirmar alguna curiosidad no intuitiva, como puede verse en la Figura 1, o que hayan encontrado en la web encuestas no representativas, como es el caso de la Figura 2. Además, se han conseguido debates entre las respuestas de los estudiantes. En resumen, también se han conseguido los objetivos específicos buscados.

Figura 1 Publicación de un alumno

### Problema de Monty Hall 2.0

En resposta a l'entrada que publicà Àngeles fa unes setmanes sobre el problema de Monty Hall (<https://curiosidadesestadisticas.blogspot.com.es/2018/03/blog-post.html>) he fet una simulació d'aquest en java. En aquesta, tot es elegit de manera aleatoria (com en la situació real) i es repeteix moltes vegades. D'aquesta manera podem veure quantes vegades acertaríem si canviarem de porta i quantes si no ho fem. Seguint la teoria explicada als vídeos, el 66% de vegades s'acerta quan es canvia i el 33% quan no.

```
public static void main (String[] args) {
    int iteracions = 1000000;
    int canviant = 0, noCanviant = 0;
    for (int i = 1; i <= iteracions; i++) {
        String[] portes = {"cabre", "cabre", "cabre"};

        //porta amb el conxe
        int cotxe = (int) (Math.random() * 3);
        portes[cotxe] = "cotxe";

        //elecció de porta
        int eleccio = (int) (Math.random() * 3);

        //porta oberta i porta que queda
        int obriPorta, altraPorta;
        int[] aux = new int[2];
        int cont = 0;

        for (int j = 0; j < 3; j++) { //Trobeu les portes obertes
            if (eleccio != j) {
                aux[cont] = j;
                cont++;
            }
        }
    }
}
```

Iteracions -> 1000000	Encerts canviant -> 666775	66.6775%
	Encerts no canviant -> 333225	33.3225%
Iteracions -> 1000000	Encerts canviant -> 666547	66.6547%
	Encerts no canviant -> 333453	33.3453%
Iteracions -> 1000000	Encerts canviant -> 666571	66.6571%
	Encerts no canviant -> 333429	33.3429%

## Figura 2 Publicación de un alumno

### ¿En contra de la peatonalización de la Gran Vía?

A principios de este mes se hizo hueco una noticia sobre la peatonalización de la Gran Vía. Es un proyecto que ha salido diversas ocasiones en otros medios, además de la televisión. El titular sorprende con un alto porcentaje de vecinos en contra de este proyecto. Pero, ¿de dónde viene ese porcentaje?

Si continuamos leyendo la noticia, encontramos que los datos han sido extraídos de la plataforma , un portal de compra-venta de coches. La noticia sigue, explicando que la encuesta recoge las opiniones de **medio millar** de internautas residentes en la capital, y concreta que no es el 70%, ¡sino el 73%! Medio millar suena bien, ¿pero cuántas personas residen en Madrid? Parece que son muchas más que medio millar. Después de que nos intenten colar que la gran mayoría de los madrileños -que recordemos que es el 73% de medio millar- no quieren perder carriles por la transitada Gran Vía, hablan del 27% restante, explicando los motivos que tienen. El artículo termina con una cita del director de , exclamando que "los resultados del estudio ponen en manifiesto deben plantearse desde una estrategia global".

Rebuscando un poco por internet, llegamos a una encuesta del 17 de enero de 2018 en la cuenta de twitter de preguntando sobre la peatonalización de la gran vía. Dicha encuesta tiene un 73% de votos en contra y un 23% de votos a favor, pero en total **sólo votaron 11 personas**. Entonces, ¿una encuesta con 11 votos en total ha sido ese "estudio" realizado por una empresa de compra-venta de coches sobre la peatonalización del tráfico? ¿Una encuesta de twitter en una cuenta de 5500 seguidores? Puede que una cuenta de twitter que sólo seguiría gente interesada en comprar o vender su coche, es decir, usuarios de coches, no fuese el mejor lugar para un "estudio" ya que no tiene una audiencia muy equilibrada.

## Conclusiones

Después de la buena experiencia que ha supuesto utilizar por primera vez un blog en la docencia, en los próximos cursos se desea seguir con ellos. Además, algunas de las aportaciones realizadas por los alumnos este curso sirven para que la profesora las publique el próximo año.

## Agradecimientos

Este trabajo ha sido financiado por la Escola Tècnica Superior d'Enginyeria Informàtica de la Universitat Politècnica de València.

## Referencias

- Dapía, M.D., Escudero, R. (2014). Aprendizaje colaborativo mediante uso de edublog en la enseñanza universitaria. Valoración de una experiencia. *Enseñanza & Teaching*, 32, 2-2014, 53-72.
- Luengo, R., Vicente, S.M., Casas, L.M. (2007). Blogs: Un Nuevo recurso para la docencia. *Campo Abierto*, vol. 26 nº1, pp. 109-136.
- Pérez-Nevaldo, F, Aranda, E., Hernández, A., Martín, A., Benito, M.J., Córdoba, M.G. (2012). Otras actividades complementarias para mejorar la docencia universitaria: elaboración y utilización de blogs. EDUTEC, *Revista Electrónica de Tecnología Educativa* (Nº40).



## La necesidad de la eficiencia energética en las infraestructuras Universitarias

José David de la Maya Retamar<sup>a</sup>, Manuel Calderón Godoy<sup>b</sup> y Manuel González Rodríguez<sup>c</sup>.

<sup>a</sup>Escuela de Ingenierías Industriales (Uex) [delamaya@unex.es](mailto:delamaya@unex.es); <sup>b</sup>Escuela de Ingenierías Industriales (Uex) [calgodoy@unex.es](mailto:calgodoy@unex.es); <sup>c</sup>Vicerrectorado de Investigación, Transferencia e Innovación (Uex) [mano-lo@unex.es](mailto:mano-lo@unex.es).

---

### **Abstract**

*The requirements that the society and the market itself have been imposing are causing that the environmental management and the energetic one are key factors for the companies and organization's strategic development. Due to this reason, the correct administration of the energy is a crucial topic for any organization and of course, for the Universities. An Energy Management System supplies a way to manage the energy and a way to have the documentation ordered as well as the reliable records in relation with the savings obtained.*

*With the objective of establishment an Energy Management System, in the University of Extremadura a computer application which will allow the measurement, supervision and administration of the energy consumption of the university buildings, mainly of electric energy is been developed. The data that the Scada, which directs the system, provides, can be used by students to carry out exercises in those subjects where it can be required.*

**Keywords:** *energy management, energy consumption, energy efficiency, Scada.*

---

### **Resumen**

*Los requerimientos que la sociedad y el propio mercado van imponiendo hacen que la gestión ambiental en general, y la energética en particular, sean piezas clave para el desarrollo estratégico de las empresas y de las organizaciones. Por esta razón, la correcta gestión de la energía es un tema crucial para cualquier organización y, por supuesto, para las Universidades. Un Sistema de Gestión de Energía proporciona un medio para gestionar la*

*energía de forma activa, y para disponer de documentación ordenada y registros fiables en relación a los ahorros conseguidos.*

*Con el objetivo último de la implantación de un Sistema de Gestión de Energía, en la Universidad de Extremadura se está desarrollando una aplicación que permita la medida, supervisión y gestión de los consumos energéticos de los edificios universitarios, principalmente de energía eléctrica. Los datos que proporciona el Scada que gobierna el sistema pueden ser utilizados por los alumnos para realizar prácticas en aquellas asignaturas que lo requieran.*

**Palabras clave:** *gestión energética, consumos energéticos, eficiencia energética, Scada.*

## **Introducción, Justificación y Objetivos**

Desde hace unos años, todos los debates y análisis relacionados con el uso de las energías primarias están condicionados por un conjunto de hechos que convergen hacia una misma conclusión: es indispensable racionalizar el uso de la energía a escala mundial para poder asegurar el futuro sostenible. La gestión energética se puede definir como la suma de medidas planificadas y llevadas a cabo para conseguir el objetivo de utilizar la mínima cantidad posible de energía mientras se mantienen los niveles de confort (en oficinas y edificios) y los niveles de producción (en fábricas). Es, por tanto, un procedimiento organizado de previsión y control del consumo de energía, que tiene como fin obtener el mayor rendimiento energético posible sin disminuir el nivel de prestaciones obtenidas.

Los actuales esfuerzos de las Administraciones Públicas, tanto de carácter europeo, como a nivel internacional, por fomentar la eficiencia energética y el uso de energías limpias, con el fin de reducir las emisiones de gases de efecto invernadero, así como para desarrollar modelos sostenibles de desarrollo económico, incluyen entre sus medidas potenciar la implementación de Sistemas de Gestión Energética (SGE). Evidentemente, nuestro objetivo último es la implantación de un Sistema de gestión de Energía un nuestra universidad. Sin embargo, hasta que ese fin último se alcance con todo lo que ello implica, vamos a detallar a continuación las actuaciones que en materia de eficiencia energética estamos desarrollando en algunas de las instalaciones universitarias.

Para esa futura implantación de un Sistema de Gestión de Energía hemos desarrollado un sistema para la medida, supervisión y gestión de los consumos energéticos de los edificios universitarios, principalmente consumo de energía eléctrica. Se pretende, en definitiva, reducir las potencias y energías demandadas al sistema sin que afecte a las actividades normales realizadas en el edificio.

## **Trabajos Relacionados**

Para cumplir estas expectativas de ahorro energético en los edificios, se instalarán los elementos de campo suficientes y las herramientas de gestión que permitan la correcta utilización de la instalación, a través del control sobre la misma. Este control se puede escalar en tres niveles.

En primer lugar, los elementos de campo, que engloban analizadores de redes, minirelés auxiliares, sensores de presencia, sensores de temperatura y contadores de impulsos, entre otros. Este es el sistema primario de la información. El segundo nivel se refiere al de los periféricos o controladores, que controlan básicamente la instalación recibiendo la información del sistema primario y actuando directamente sobre la misma o generando distintas variables para su comunicación con el tercer nivel. Por último, este tercer nivel -software- se encarga de examinar el estado de la instalación, analizando las variables para su posterior tratamiento. En este punto es en el que se conoce si realmente las instalaciones controladas están funcionando correctamente, permitiendo analizar las causas de un inadecuado comportamiento y actuar sobre ellas a través del telecontrol. Fichas informativas nos indican la ocupación de espacios, el estado del aire acondicionado, la potencia instantánea demandada o el consumo de agua del edificio. Se puede incluso realizar el encendido y apagado remoto de la instalación, el control de presencia/intrusión o la activación de distintas alarmas en función de parámetros previamente definidos.

En la actualidad las lecturas de los consumos eléctricos y de consumo de gas de todos los edificios de los Campus se llevan a cabo de forma automatizada. Para ello, se han instalado analizadores de red para el consumo de energía eléctrica y contadores de impulsos para los consumos de gas.

## **Experimentación / Trabajo Desarrollado**

Una vez instalados los elementos de primer y segundo nivel, es el software de control el que permite gestionar la instalación para conseguir los objetivos propuestos. En nuestro caso se trata de un Scada de control desarrollado por la propia Universidad, consistente en un sistema informático absolutamente parametrizado y configurado para nuestro uso de la UEx, adaptable a cualquier escenario (Figura 1).

Dos servidores de datos, uno por Campus, se encargan de interrogar a los distintos interfaces y de almacenar los datos obtenidos. También de generar los informes correspondientes para la imputación de consumos a los distintos centros de gastos, ya sean edificios docentes (Facultades y Escuelas) o unidades organizativas (Servicios Universitarios). Entre sus prestaciones más importantes destacan: parametrización remota de los equipos, visualización de

parámetros en tiempo real, registro de históricos, visualización de históricos mediante tablas o gráficos, módulo de alarmas, telecontrol, generación de informes, etc.

**Figura 1. Pantalla principal del SCADA de Gestión de Energía de la Uex.**



## **Principales Resultados**

Sin olvidar que la principal premisa de este sistema es la eficiencia y el ahorro energético, el registro de datos históricos y el fácil acceso a los mismos, proporciona una herramienta docente muy importante. Los alumnos pueden conocer en tiempo real los principales parámetros eléctricos de un edificio o analizar la evolución de los mismos durante un periodo de tiempo, lo que les permite proponer actuaciones para mejorar la eficiencia energética de los mismos.

## **Conclusiones**

Además de las aplicaciones docentes mencionadas, con este sistema hemos conseguido: conocer dónde, cómo y cuándo se consume la energía, medir y verificar los ahorros y la disminución del consumo energético, optimizar la factura de energía, justificar inversiones en eficiencia energética, aumentar la fiabilidad y la confiabilidad de/en las instalaciones.

## **Referencias**

- Norma UNE-EN ISO 50001:2011. Sistemas de gestión de la energía. Requisitos con orientación para su uso (ISO 50001-2011). AENOR (2011).
- Antonio Carretero Peña, Juan Manuel García Sánchez (2012). *Gestión de la eficiencia energética: cálculo del consumo, indicadores y mejora*. AENOR ediciones.
- Entornos de software para gestión y control energético. Power studio Scada. [http://docs.circuitor.com/docs/CT\\_PowerStudio\\_SP.pdf](http://docs.circuitor.com/docs/CT_PowerStudio_SP.pdf)



## Learning by engineering: del Lean Manufacturing a la Industria 4.0.

Manuel San Juan<sup>a</sup>, Francisco J. Santos<sup>b</sup>, Óscar Martín<sup>c</sup>, Pilar de Tiedra<sup>d</sup> y Jacobo Velasco<sup>e</sup>

<sup>a</sup>Universidad de Valladolid – Area de Ingeniería de los Procesos de Fabricación (IPF) – Escuela de Ingenierías Industriales (Paseo del Cauce, 59 – 47011-Valladolid) – mansan@eii.uva.es, <sup>b</sup>Universidad de Valladolid – Área de IPF – frasan@eii.uva.es, <sup>c</sup>Universidad de Valladolid – Área de IPF – oml@eii.uva.es, <sup>d</sup>Universidad de Valladolid - Área de Ciencia de Materiales e Ingeniería Metalúrgica – tiedra@eii.uva.es y <sup>e</sup>Universidad de Valladolid - Área de IPF – jvelasco@freyconsa.com

---

### **Abstract**

*Through this project we try to demonstrate to the companies and our managers that at "zero cost" the students are able to specialize working on industrial projects doing engineering and introducing powerful improvements and low cost solutions. To this end, an approach is made to the professional and specialized application of Lean Manufacturing tools by students and the use of arduino or rapid prototyping to build a low-cost decision support system with functionalities of the Industry 4.0. This solution is validated in an academic environment, to integrate a specialist in the industrial environment.*

*How is this project oriented? Redesigning a workplace by PDCA method as a basic strategy of continuous improvement, implementing and building solutions to reach a position with functionalities 4.0.*

**Keywords:** Learning, Lean Manufacturing, arduino, Industry 4.0.

---

### **Resumen**

*Mediante este proyecto se trata de demostrar a las empresas y a nuestros gestores que a "coste cero" los estudiantes son capaces de especializarse trabajando sobre proyectos industriales haciendo ingeniería e introduciendo mejoras potentes y soluciones de bajo coste. Para ello se hace un acercamiento a la aplicación profesional y especializada de las herramientas Lean Manufacturing por parte de los estudiantes y el uso de los arduino o el prototipado rápido para construir un sistema de asistencia a las decisiones de bajo coste*

*Learning by engineering: del Lean Manufacturing a la Industria 4.0.*

*con funcionalidades de la Industria 4.0. Esta solución se valida en un entorno académico, para integrar a especialista en el entorno industrial.*

*¿Cómo se orienta este proyecto? Rediseñando un puesto de trabajo aplicando mejora continua (PDCA) como estrategia básica, implantando y construyendo las soluciones hasta llegar a un puesto con funcionalidades 4.0.*

**Palabras clave:** *Aprendizaje, Lean Manufacturing, arduino, Industria 4.0..*

## **Introducción, Justificación y Objetivos**

Algunas de las críticas típicas que los estudiantes de las ingenierías industriales hacen sobre su proceso formativo son los excesivos contenidos teóricos y el abuso de herramientas y contenidos virtuales, que en nada se parecen a los problemas industriales. Por ello, cuando se enfrentan a un problema real, en algunos casos, tienen dificultad para abstraer su función, la interrelación de las soluciones con otras personas, la capacidad de comunicar sus propuestas en términos de ingeniería o actuar de forma autónoma en la búsqueda de soluciones. Estas dificultades se aprecian tanto en estudiantes de grado como de máster, donde formalmente se les van a reconocer unas competencias profesionales elevadas.

Con este proyecto se ha tratado de acercar al estudiante al problema y las soluciones industriales, pero en un ámbito académico. El objetivo es el diseño, por parte de los estudiantes, de un puesto de trabajo de una empresa dedicada a la fabricación de ruedas de tipo industrial en un entorno real, ejerciendo el papel de líderes tecnológicos que les demanda la industria: se trata de reducir el salto universidad-empresa.

El enfoque innovador se plantea a tres niveles: desde el punto de vista de los docentes integrando un grupo interdisciplinar; desde el punto de vista de la metodología de trabajo de los estudiantes aplicando un proceso de mejora continua (PDCA) sobre un problema real; desde el punto de vista tecnológico e industrial trabajando con herramientas orientadas al Lean Manufacturing y la Industria 4.0.

Así los objetivos se pueden definir como:

- Consolidar un grupo de trabajo interdisciplinar con profesores especializados en diferentes ámbitos de la ingeniería (diseño, materiales, procesos de fabricación), en torno a las tecnologías de fabricación.
- Potenciar el retorno de la experiencia industrial de los Profesores Asociados, profesionales de prestigio, en el ámbito académico eliminando las barreras entre universidad y empresa.
- Diseño de un entorno de trabajo industrial en el ámbito académico que facilite al estudiante su formación especializada, para el desarrollo de sus competencias, empleando herramientas avanzadas de ingeniería.

*26 Congreso Universitario de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas (2018)*

- Elaboración de material docente para el profesorado que conduzca el proceso formativo y búsqueda de indicadores que sirvan para medir la posible mejora.
- Acercar la Industria 4.0 y la actitud innovadora a la formación de nuestros estudiantes de ingeniería.

### Experimentación / Trabajo Desarrollado

Se ha trabajado inicialmente con estudiantes de Máster, tanto del de Ingeniería Industrial como el de Ingeniería de Automoción. El punto de partida es un puesto absolutamente manual con funcionalidad general y herramientas de uso general (Puesto 1.0). Un voluntario actúa como trabajador. Comienza el trabajo en grupo determinando tiempos, operaciones o inventarios, identificando los problemas de calidad y realizando un diagnóstico completo de la situación. Esa primera experiencia se emplea como base para la estandarización del proceso y para abordar la aplicación del análisis modal de fallos y efectos (AMFE).

Figura 1 Esquema básico del Puesto 4.0.: registro automático de tiempos, personas y productos. Secuenciado de pick-to-light (piking) con las instrucciones de montaje.



Posteriormente, mediante estrategias de mejora continua (PDCA) se trabaja sobre la búsqueda de acciones, aplicando herramientas Lean Manufacturing. Se refuerza igualmente la necesidad de considerar los criterios de seguridad y ergonomía en el trabajo. Así, en sucesivas iteraciones se llega al Puesto 4.0. A partir de la aplicación de estas herramientas de alto nivel se ha construido un sistema pick-to-light de altas prestaciones (Figura 1): además del picking de los componentes del producto, el sistema orienta al trabajador definiendo qué producto tiene que montar en cada momento, cómo debe hacer el mismo y registra los datos de producción garantizando la trazabilidad de todo el proceso. Estos datos se transmiten vía wifi pudiendo consultarse en los smarphone: es posible conocer en tiempo real el estado del sis-

tema (Industria 4.0) posibilitando el diagnóstico en cualquier momento del puesto de trabajo. Estos sistemas se han construido utilizando componentes low-cost con base en arduino y raspberry, que han sido diseñados y programados igualmente por estudiantes.

Los estudiantes documentan finalmente todos sus desarrollos desde los planos del producto o estandarización de procesos, hasta el lay-out de la línea de fabricación. Para ver la viabilidad de los diseños del utillaje o los sistemas poka-yoke se fabrican en el taller algunos de los diseños propuestos. Por último, se procede a auditar el sistema final midiendo el progreso desde el estado inicial.

**Figura 2** Estudiantes del Máster de Ingeniería Industrial trabajando sobre un puesto 4.0. Visualización de datos de producción a través del smartphone.



## Conclusiones

Se ha avanzado en la integración del conocimiento de los profesores de distintas áreas de conocimiento en torno a un proyecto de carácter industrial, integrando igualmente la experiencia empresarial de los Profesores Asociados u Honoríficos “puros”.

En la auditoría final se recopila la opinión de los estudiantes, cuya percepción sobre su proceso formativo mejora substancialmente con este enfoque industrial (Figura 1).

El puesto de trabajo se ha concebido de manera modular de forma que las soluciones que planteen los estudiantes se vayan incorporando de manera física en etapas sucesivas. Así se pasa de un puesto de trabajo manual puro a un puesto Lean Manufacturing con ayudas a la decisión. El puesto tiene funcionalidad total desde la entrada del pedido del cliente con un lector de código de barras hasta el picking (pick-to-light), montaje de producto, control de calidad, empaquetado y etiquetado. Además se logran funcionalidades de Industria 4.0 con la posibilidad de consultar parámetros de estado a través del smartphone.



## Prácticas de laboratorio avanzado en últimos cursos de grado

Marta E. González Mosquera,<sup>a</sup> Vanessa Tabernero Magro<sup>a</sup> y Sonia Aguado Sierra<sup>b</sup>

<sup>a</sup>Departamento de Química Orgánica y Química Inorgánica, Universidad de Alcalá, Madrid, [mar-taeg.mosquera@uah.es](mailto:mar-taeg.mosquera@uah.es), [vanessa.tabernero@uah.es](mailto:vanessa.tabernero@uah.es), <sup>b</sup>Departamento de Química Analítica, Química Física e Ingeniería Química, Universidad de Alcalá, Madrid, [sonia.aguado@uah.es](mailto:sonia.aguado@uah.es).

---

### **Abstract**

*We have developed teaching lab sessions for a course in Advanced Chemistry. In these sessions, the experimental work in the lab is combined with a literature research essay focused on the practicum. The students will have to search for information in the literature commonly used in research, such as the JCR specialized journals. At the end of the teaching lab, the students will present their work to the rest of the classroom, explaining the results obtained in the lab and in the literature research. Hence the implication of the students in the generation of their own knowledge and in the transfer to the others is attained. The topics chosen are cutting edge research areas and will improve their knowledge and complement the course lectures.*

**Keywords:** *teaching laboratory, learning, research, data analysis.*

---

### **Resumen**

*Hemos desarrollado unas prácticas de laboratorio en una asignatura de Química Avanzada. El planeamiento es combinar la experimentación práctica con un trabajo de búsqueda bibliográfica centrado en el tema de la experimentación. Así, los alumnos buscarán información relacionada en las fuentes bibliográficas que habitualmente se utilizan en investigación como son las revistas especializadas listadas en el JCR. Al final del laboratorio, los alumnos expondrán a sus compañeros sus resultados y la información encontrada en la búsqueda bibliográfica. Así se logra que el alumno se implique en la generación de su propio conocimiento y en la transferencia del mismo a sus compañeros. Los temas escogidos pertenecen a áreas de investigación punteras y permiten complementar las clases expositivas tradicionales.*

**Palabras clave:** *prácticas de laboratorio, aprendizaje, investigación, análisis de datos.*

## **Introducción, Justificación y Objetivos**

El desarrollo de prácticas avanzadas en los últimos cursos de grado de las enseñanzas de Ciencias es siempre un reto y más aún cuando la Universidad debe contribuir a través de la docencia a la formación de ciudadanos con pensamiento crítico y creativo. Por ello el proceso Bolonia busca que los alumnos construyan su propio conocimiento y adquieran competencias que les permitan en un futuro generar sociedades más preparadas para los nuevos retos. En este sentido, el trabajo de laboratorio en los últimos cursos de grado es una oportunidad muy interesante pues es cuando los estudiantes se encuentran ya muy cercanos a finalizar sus estudios y ya han adquirido los conocimientos básicos de manipulación de sustancias y de trabajo en el laboratorio. Por tanto, existe la posibilidad de plantear un trabajo experimental en el que el alumno pueda trabajar de una manera más autónoma que en cursos anteriores, adquiriendo de esta manera nuevas competencias propias del proceso científico. Por ello principal meta de este trabajo es el diseño de unas prácticas avanzadas de laboratorio con un marcado carácter investigador para lograr dos objetivos fundamentales:

- Que el alumno trabaje en el laboratorio de modo independiente.
- Que el alumno se sienta implicado en el proceso de generar su propio conocimiento.

La consecución de ambos objetivos conducirá que un aprendizaje más efectivo. Además, otra de las finalidades perseguidas con esta metodología es conseguir que el alumno se sienta más preparado para afrontar el desafío de iniciar una carrera profesional.

## **Trabajos Relacionados**

Los experimentos prácticos que se plantean se basan en experiencias publicadas en revistas especializadas como *Journal of Chemistry Education* (ACS), *Education in Chemistry* (RSC) o *Anales de Química* (RSEQ). Si bien la metodología que se ha utilizado en este trabajo, que implica la coordinación del trabajo experimental con un trabajo de búsqueda bibliográfica no ha sido publicada anteriormente.

## **Experimentación / Trabajo Desarrollado**

Esta nueva metodología se inicia con una sesión donde se enseña a los alumnos al manejo de buscadores de bibliografía científica tipo *Scifinder Scholar* o *Web of Science*. En esta sesión, se distribuye a los alumnos por grupos hasta un máximo de 5 alumnos por grupo. A cada grupo se le asigna un tema centrado en un área de investigación reciente orientado a los retos actuales, como pueden ser nuevos materiales, energía, biomedicina, etc....

Dentro de cada grupo se asigna a cada alumno un subtema que aborde distintos aspectos del tema en su conjunto. Por ejemplo, si el tema es nanopartículas, los subtemas abordarán aspectos como: tipos de nanopartículas, aplicaciones en catálisis, propiedades fotocatalíticas, etc... Cada alumno realizará una búsqueda bibliográfica sobre el subtema asignado.

Los alumnos disponen de 5 semanas para realizar la búsqueda bibliográfica. El análisis del material obtenido es muy importante, pues al ser temas punteros la mayoría de información se encuentra en revistas científicas muy especializadas, que en muchos casos no han visto durante los años anteriores. Además, el desarrollar la capacidad de búsqueda y análisis de la información es de gran utilidad para los alumnos.

Tras realizar la búsqueda bibliográfica y analizar la información encontrada, se inicia el trabajo en el laboratorio de prácticas. Al comienzo del trabajo experimental, se le entrega a cada alumno un guión de prácticas donde se describe un objetivo concreto que se quiere obtener en el laboratorio, por ejemplo, la preparación de nanopartículas. Estos trabajos prácticos asignados han sido probados previamente para comprobar su viabilidad y siguen un esquema similar a los descritos en trabajos experimentales en revistas especializadas como *Journal of Chemical Education* (Orbaek, 2015; Rood, 2013; Sumida, 2011).

El guión de prácticas que se les entrega consiste en una serie de preparativas generales que guían al alumno, pero es parte de su trabajo proponer estrategias alternativas y/o nuevas metodologías de acuerdo con la búsqueda bibliográfica realizada previamente en las 5 semanas previas a las prácticas. En este caso siempre será necesario debatir y comentar con el profesor las nuevas ideas que el alumno quiera poner en marcha en el laboratorio. De esta manera el alumno está adquiriendo competencias propias de la investigación científica.

Tras la realización de las prácticas de laboratorio se pide a cada alumno un informe del trabajo realizado y los resultados obtenidos. Además, conjuntamente con los otros alumnos del mismo grupo prepararán una presentación sobre el trabajo experimental y lo expondrán al resto del curso. La ponencia del grupo de alumnos se completa con una exposición individual sobre el subtema bibliográfico asignado. Con esto se buscan dos objetivos: que cada alumno adquiriera competencias propias de divulgación científica, y que todos tengan contacto con los distintos temas de trabajo abordados en las prácticas.

### **Principales Resultados**

Al finalizar el trabajo experimental, las presentaciones de los alumnos fueron muy completas y expusieron con claridad los resultados obtenidos en el laboratorio, reflejando un grado de aprendizaje alto. En las exposiciones todos podían realizar preguntas al alumno que presentaba su trabajo. En algunos casos resultaron sesiones altamente participativas. Además, tras las exposiciones, cada alumno resumió brevemente, en el máximo de una página, el trabajo experimental realizado por cada uno de los grupos de alumnos resaltando qué

tema le ha resultado más interesante. Todos ellos demostraron haber aprendido de las presentaciones de sus compañeros.

Asimismo, se realizó una encuesta entre los alumnos donde se les pidió su opinión acerca del proceso y también se obtuvo información en los aspectos relacionados con su aprendizaje. Estamos especialmente interesadas en conocer si este tipo de trabajo de laboratorio les permite lograr una mayor motivación y un mejor aprendizaje sobre un determinado tema que unas prácticas al uso o una clase magistral. En la gran mayoría de los casos el resultado ha sido altamente satisfactorio y los alumnos indican que les ha resultado más interesante que en una clase magistral convencional y que han adquirido los conocimientos requeridos. Las encuestas se han realizado desde el curso 14/15 durante cuatro cursos académicos.

### **Conclusiones**

Este trabajo se ha desarrollado en la asignatura optativa “*Compuestos Inorgánicos para la Ciencia Moderna*” del 4º curso del grado en química en la Universidad de Alcalá, pero puede ser extrapolada a otros grados y a otras asignaturas. La utilización de esta metodología permite completar los distintos temas de conocimiento que se imparten en una asignatura de química avanzada. En particular esta asignatura trata de introducir temas muy actuales de investigación o de aplicaciones punteras relacionadas con la química inorgánica y este método permite introducir nuevos temas de manera ágil y dinámica, de modo que se pueden variar de año en año en función de la evolución del área de conocimiento. Teniendo en cuenta la velocidad con la que se desarrolla la investigación en química, esta es una manera efectiva de completar los conocimientos impartidos en la asignatura y, además, introducir conceptos relacionados con la investigación y despertar en los alumnos el interés por generar su propio conocimiento.

### **Referencias**

- Orbaek A. W., McHale M. M., Barron A. R. (2015) “*Synthesis and Characterization of Silver Nanoparticles for an Undergraduate Laboratory*” J. Chem. Educ., ACS, USA, 92, 339 pp.
- Rood, J. A.; Henderson, K. W. (2013) *Synthesis and Small Molecule Exchange Studies of a Magnesium Bisformate Metal–Organic Framework: An Experiment in Host–Guest Chemistry for the Undergraduate Laboratory*, J. Chem. Educ., ACS, USA, 90, 379 pp.
- Sumida, K.; Arnold, J. (2011) *Preparation, Characterization, and Postsynthetic Modification of Metal–Organic Frameworks: Synthetic Experiments for an Undergraduate Laboratory Course in Inorganic Chemistry*, J. Chem. Educ., ACS, USA, 88, 92 pp.



## **Propuesta de actividad de aprendizaje colaborativo en una asignatura de máster universitario**

**Ricardo Latorre <sup>a</sup> e Isabel Carrillo <sup>b</sup>**

<sup>a</sup>Dpto de Ingeniería Industrial y Aeroespacial. Escuela de Arquitectura, Ingeniería y Diseño. Universidad Europea de Madrid, ricardo.latorre@universidadeuropea.es, <sup>b</sup>Dpto. de Ingeniería Mecánica, Química y Diseño Industrial, ETS de Ingeniería y Diseño Industrial, Universidad Politécnica de Madrid, Ronda de Valencia 3, 28012 Madrid, isabel.carrillo@upm.es.

---

### ***Abstract***

*This communication proposes a collaborative learning activity for the subject "Advanced Knowledge of Materials and Applications" that complies with the criteria established in the verified postgraduate report and it can be applied to face-to-face, blended or hybrid and on-line teaching.*

**Keywords:** *Collaborative learning, University Master degree, teaching modality, learning outcomes.*

---

### ***Resumen***

*La presente comunicación propone una actividad de aprendizaje colaborativo para la asignatura "Conocimientos Avanzados de Materiales y Aplicaciones" que cumpla con los criterios establecidos en la Memoria verificada y que pueda aplicarse a modalidad de enseñanza presencial, semipresencial y a distancia*

**Palabras clave:** *Aprendizaje colaborativo, Máster Universitario, modalidad de enseñanza, resultados de aprendizaje.*

## **Introducción, Justificación y Objetivos**

El presente trabajo tiene como objetivo realizar una propuesta de actividad de aprendizaje colaborativo de la asignatura "Conocimientos Avanzados de Materiales y Aplicaciones" del Máster Universitario en Ingeniería Electromecánica que se imparte en la Escuela Técnica Superior de Ingeniería y Diseño Industrial, ETSIDI, de la Universidad Politécnica de Madrid, UPM (ETSIDI, 2010). Esta asignatura tiene una carga académica de 6 ECTS, de los cuales

las actividades de aprendizaje colaborativo representan 0,7 ECTS. La propuesta se realiza teniendo en cuenta diferentes modelos de impartición (presencial, semipresencial y a distancia) y se debe alcanzar el nivel competencial MECES 3 (Real Decreto 96/2014, de 14 de febrero), correspondiente al nivel Máster. Las competencias específicas de la asignatura se recogen en la Tabla 1.

**Tabla 1. Competencias específicas de la asignatura**

Código	Competencias específicas
CE 1	Capacidad para comparar y seleccionar materiales avanzados de aplicación en la industria electromecánica.
CE2	Capacidad para comparar materiales de aplicación en la industria electromecánica en función de sus propiedades
CE3	Capacidad de aplicar los conocimientos adquiridos a la resolución de problemas no conocidos y planificar estrategia
CE 4	Capacidad para confeccionar e interpretar documentación técnica

La propuesta de actividad de aprendizaje colaborativo permitirá alcanzar las competencias generales de la asignatura y las competencias específicas CE3 y CE4.

### **El aprendizaje colaborativo**

El aprendizaje colaborativo se puede definir como una técnica didáctica que promueve el aprendizaje centrado en el estudiante basando el trabajo en pequeños grupos, donde los estudiantes con diferentes niveles de habilidad utilizan una variedad de actividades de aprendizaje para mejorar su entendimiento sobre una materia (UPM, 2016; Calero, 2009). Esta técnica didáctica es ideal para los estudiantes de Máster, ya que se trabaja en pequeños grupos de estudiantes, con diferente formación y procedencia, y con diferente nivel de aprendizaje en diferentes materias que aportan al grupo su conocimiento y experiencia para mejorar el conocimiento del grupo. En el aprendizaje colaborativo, cuanto más se comparte, más se aprende; y, además, este aprendizaje es más profundo (Apocada, 2006).

Para poder diseñar una actividad de aprendizaje colaborativo en esta asignatura de Máster es necesario tener en cuenta las siguientes premisas:

1.- La asignatura tiene una carga de 6 ECTS, de ellos 1,4 ECTS se dedican a clases de teoría, 1,2 ECTS a trabajo colaborativo y aprendizaje basado en proyectos, tutorías 0,2 ECTS, evaluación 0,2 ECTS y estudio personal 3 ECTS. Concretamente, el tiempo de dedicación de cada alumno a esta actividad será de 0,7 ECTS (22 horas) (ETSIDI, 2010).

2.- La actividad propuesta debe ser válida para cualquier modalidad de impartición, ya sea presencial, semipresencial o a distancia.

3.- Debe cumplirse los resultados de aprendizaje descritos en la ficha verificada, que se recogen en la tabla 2.

**Tabla 2 – Resultados de aprendizaje de la asignatura Conocimiento Avanzado de Materiales y Aplicaciones**

Código	Resultados de aprendizaje
RA 1	Conocer la relación entre la estructura del material y sus propiedades y las aplicaciones de los principales materiales avanzados empleados en la industria electromecánica
RA 2	Conocer y aplicar técnicas de caracterización de materiales especiales y avanzados, ser capaz de seleccionar el adecuado en función de su aplicación
RA 3	Seleccionar las técnicas de caracterización de materiales en función de sus aplicaciones en la industria.
RA 4	Seleccionar un material determinado para la fabricación de componentes dentro de la industria electromecánica

Con la propuesta de actividad de aprendizaje colaborativo se alcanzarán los resultados de aprendizaje RA 2 y RA 3.

### **Trabajo desarrollado**

La propuesta de actividad de aprendizaje colaborativo se estructura en dos partes. Una vez establecidos los grupos de trabajo cada uno de ellos seleccionará un material de interés industrial. Cada grupo trabajará con un material diferente, orientado a la fabricación de un determinado elemento o prototipo industrial.

Una vez definido el material, los estudiantes de cada grupo deberán seleccionar aquellos ensayos que resulten imprescindibles para la aplicación de ese material, determinando aquellos que sean los más críticos. Para ello deberán consultar diferentes normas actualizadas, así como reglamentos y legislación aplicable.

Una vez definidos cuatro ensayos sobre el material deberán redactar el “**Manual de ensayos**”. Para ello los estudiantes redactarán la norma de aplicación en forma de práctica de laboratorio, con el fin de tener una descripción del ensayo que pueda realizar cualquier profesional sin necesidad de acudir a la norma.

La segunda parte de la actividad de aprendizaje colaborativo será realizar el **presupuesto inventariar de laboratorio de ensayos**. De tal manera que, una vez definidos los ensayos a realizar el grupo de estudiantes deben listar la maquinaria y aparatos necesarios para realizar esos ensayos según se especifica en la norma, reglamento o legislación vigente. Para ello los estudiantes definirán los equipos necesarios, el material auxiliar, las instalaciones generales para poder realizar los ensayos, las necesidades de espacio y las necesidades especiales del lugar de ensayo o laboratorio, según la normativa vigente.

El trabajo se desarrollará durante la impartición de la asignatura y será evaluable la selección de los ensayos críticos, la redacción del manual de ensayo, la lista de equipos especiales y el presupuesto presentado.

### **Conclusiones**

La actividad de aprendizaje colaborativo que se describe en este trabajo permite alcanzar las competencias generales de la asignatura, las competencias específicas CE3 y CE4, así como los resultados de aprendizaje RA 2 y RA 3.

La realización de esta actividad de aprendizaje colaborativo permitirá alcanzar las competencias MECES de nivel máster como son: Poseer y comprender conocimientos que aporten una base u oportunidad de ser originales en el desarrollo y/o aplicación de ideas, a menudo en un contexto de investigación y que los estudiantes sepan aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con su área de estudio.

### **Referencias**

- Apodaca P. (2006) *Estudio y Trabajo en Grupo*. En De Miguel M., Metodologías de enseñanza y aprendizaje para el desarrollo de competencias. Alianza, Madrid, 169 pp.
- Calero M. (2009) *Aprendizaje sin límites. Constructivismo*. Alfaomega, México.
- ETSIDI (2010), *Guía de verificación, Máster Universitario en Ingeniería Electromecánica*. ETS Ingeniería y Diseño Industrial, Universidad Politécnica de Madrid, <http://www.etsidi.upm.es/sfs/E.U.I.T.%20Industrial/SUBDIRECCION%20AESIC/DOCUMENTOS/Máster%20Ing%20Electromec%20A1nica%20verificado.pdf>
- UPM (2008), *Aprendizaje cooperativo*, Servicio de innovación educativa, Universidad Politécnica de Madrid Madrid. <http://innovacioneducativa.upm.es/guias/MdC-guia.pdf>.



## Mejora de la praxis docente mediante la inclusión de actividades para el desarrollo de las capacidades metacognitivas de los estudiantes

Trujillo Aguilera, D., García Berdonés, C., Peña Martín, J. P., Casilari Pérez, E.

Departamento Tecnología Electrónica; E.T.S.I.Telecomunicación; Universidad de Málaga; {fdtrujillo, berdonés, jppena, ecasilari}@uma.es

---

### **Abstract**

*After several years of gradual introduction of various educational innovation tools (project-based learning, role-playing games, etc.) and the consequent period of reflection, the inclusion of new activities is being taken into account. Based on the role play with the idea of promoting the development of competencies such as leadership, team work or self-learning, the use of the evaluation activity (inside groups and between groups) is proposed as an improvement of the teaching-learning process. With this activity, students reflect on their own thinking processes the way in which they learn by means of the assessment of their classmates' work; thus, as many authors argue, the evaluation presents a formative dimension, becoming a very important tool in the teaching-learning process.*

**Keywords:** active methodology, assessment, Power Electronics, metacognition

---

### **Resumen**

*Tras varios años de introducción paulatina de diversas herramientas de innovación educativa (aprendizaje basado en proyectos, juegos de rol, etc.), el consecuente periodo de reflexión da como fruto la inclusión de nuevas actividades como la que aquí se presenta. Tomando como base el juego de rol con idea de impulsar el desarrollo de competencias como el liderazgo, el trabajo en equipo o el autoaprendizaje, se propone el uso de la actividad de la evaluación (intragrupos y intergrupos) como mejora del proceso de enseñanza-aprendizaje, para que los estudiantes, a partir de la valoración que deben realizar del trabajo de sus compañeros, reflexionen sobre sus propios procesos de pensamiento y la forma en la que aprenden. Con ello, como muchos autores sostienen, la evaluación también debe presentar una dimensión formativa,*

*Mejora de la praxis docente mediante la inclusión de actividades para el desarrollo de las capacidades metacognitivas de los estudiantes*

*convirtiéndose en una herramienta de vital importancia en el proceso de enseñanza-aprendizaje.*

**Palabras clave:** *metodologías activas, evaluación, metacognición, Electrónica de Potencia*

## **Introducción**

La consolidación del Espacio Europeo de Educación Superior conlleva la aplicación de metodologías activas que promuevan nuevos roles, perspectivas y modificaciones en los clásicos entornos de enseñanza y aprendizaje, desplazando el foco de atención desde los docentes (enseñanza) hacia los estudiantes (aprendizaje). La integración en los nuevos procesos formativos de una serie de competencias, habilidades y destrezas, más allá de los contenidos, comporta un giro a la tradicional práctica docente, produciéndose, de este modo, una verdadera revolución en la manera de concebir las experiencias de aprendizaje. En este nuevo contexto docente universitario es posible considerar la praxis universitaria como un trabajo colaborativo en el que estudiantes y profesores comparten un objetivo común de aprendizaje, desempeñando, lógicamente, distintos roles. Por lo tanto, es necesario potenciar el desarrollo de diversas competencias transversales, en todos los campos del saber. Dentro del ámbito que nos ocupa (Ingeniería), existe un consenso consolidado, tanto en el ámbito profesional como en el académico (Hernández-March et ál., 2009), sobre la importancia de que el egresado tenga la capacidad de trabajar en grupo; cuestión nada baladí, más si cabe si se quiere dejar constancia de la denominada “Potencia del grupo” (Van den Bossche et ál., 2006), como uno de los factores clave para el éxito.

Por otra parte, los juegos de rol se han revelado como excelentes herramientas a la hora de desarrollar habilidades personales y profesionales durante la etapa de formación universitaria (Sánchez et ál., 2009).

Desde hace cinco años, se está desarrollando una metodología didáctica de trabajo en equipo, a través de un juego de rol (Trujillo-Aguilera et ál., 2016), como herramienta de aprendizaje en el ámbito de asignaturas de Electrónica de Potencia, del Grado en Ingeniería Electrónica Industrial, de la Escuela de Ingenierías Industriales de la Universidad de Málaga. Esta actividad se ha ido transformando, añadiendo cada curso nuevas consideraciones y objetivos, que consigan que el entorno universitario de trabajo sea lo más fidedigno posible al entorno profesional en el que se van a incorporar los estudiantes a su salida de la universidad.

El nuevo objetivo añadido, que se describe en esta comunicación, consiste en la incorporación de la evaluación (tanto dentro de cada grupo como entre grupos), como parte de la valoración global del trabajo realizado en grupo, en base a la metodología “aprendizaje basado en proyectos”, como alternativa a las tradicionales prácticas de laboratorio (Trujillo-Aguilera et ál., 2016).

### **Justificación y objetivos (metacognición)**

La evaluación no solo debe utilizarse para identificar quién tiene determinadas competencias; sino que ha de tener una dimensión formativa: debe constituir una oportunidad de aprendizaje, convirtiéndose la realimentación que genera el profesor hacia el estudiante en una herramienta crucial de su aprendizaje. Asimismo, en opinión de Cabrera Rodríguez y Bordas Alsina (2001) se deben llevar a cabo también estrategias de evaluación de naturaleza metacognitiva que le permita al estudiante “desarrollar la habilidad de tomar conciencia de su propio proceso de pensamiento, examinarlo y contrastarlo con el de otros, realizar autoevaluaciones y autorregulaciones”. Este tipo de evaluación, denominada formadora, difiere y complementa a la formativa. Si la evaluación formativa es una respuesta a la iniciativa docente, centrada en la intervención del profesor, tanto en la información facilitada como en la recogida de información, la evaluación formadora arranca del propio discente; esto es, se fundamenta en el autoaprendizaje.

La capacidad de autorregular el aprendizaje no solo se soporta en habilidades susceptibles de entrenamiento y de evaluación por resultados; también es necesaria la capacidad de automotivación para el aprendizaje. Así, se proponen herramientas de evaluación de la misma índole que las formadoras (cuestionarios de autoinforme, registro de estrategias de motivación de los estudiantes mientras trabajan, o redacción de diarios) que permitan a estudiantes y docentes examinar las necesidades, valores e intereses de los estudiantes mientras el aprendizaje se está llevando a cabo. La metodología docente denominada genéricamente aprendizaje entre iguales, también se ha descrito como adecuada para desarrollar las capacidades metacognitivas de los estudiantes (Topping, 2009), al estar basadas en las reflexiones de los estudiantes sobre sus experiencias, para que, más allá de mejorar el aprendizaje de competencias específicas, el alumnado desarrolle la competencia transversal de trabajo en grupo.

### **Trabajo Desarrollado**

En base a lo citado en el apartado anterior, se han desarrollado dos encuestas con el objetivo de que los estudiantes puedan realizar una evaluación del trabajo realizado por ellos mismos y recapaciten sobre su propio proceso de aprendizaje durante el desarrollo de la asignatura.

Estos dos cuestionarios difieren mínimamente: el primero de ellos se realiza antes de comenzar la actividad del laboratorio y el segundo de ellos, una vez finalizado este trabajo. Se tratan asuntos como la distribución del trabajo; los criterios de formación de los grupos; las principales fortalezas y debilidades del grupo; la planificación del trabajo; etc. Todo ello con idea, como se ha comentado, de que los propios estudiantes validen el desarrollo de su trabajo en el entorno del laboratorio (aprendizaje basado en proyectos).

## **Conclusiones**

Con la nueva actividad descrita en este trabajo, se persigue que los estudiantes adquieran los conocimientos teóricos en el ámbito de la Electrónica de Potencia, a la par que desarrollen competencias académicas, como el liderazgo, la toma de decisión o el trabajo en grupo. Es en esta última competencia, en la que se centra este trabajo, mediante la implementación de dos cuestionarios para que los estudiantes valoren su propio aprendizaje y el desarrollo del trabajo en equipo en el laboratorio, constatando que no basta con dejar que los alumnos se pongan a trabajar en grupo o con promover la interacción entre ellos para obtener, de manera inmediata, unos efectos favorables sobre el desarrollo, la socialización y el aprendizaje (León del Barco, 2006).

El alumnado ha valorado muy positivamente esta experiencia, si bien se lamenta de la excesiva carga de trabajo (comparada con la que se exige en desarrollos de asignaturas más tradicionales). A pesar de ello, se considera que la valoración global de la actividad es muy positiva, favoreciendo un buen ambiente de trabajo y contribuyendo no solamente a la adquisición de conocimientos en sí, sino también al desarrollo de competencias y destrezas.

## **Agradecimientos**

Este trabajo ha sido parcialmente financiado por la Universidad de Málaga en el marco del Campus de Excelencia Internacional Andalucía Tech.

## **Referencias**

- Cabrera Rodríguez, F. A., Bordas Alsina, M. I. (2001). *Estrategias de evaluación de los aprendizajes centradas en el proceso*. Revista española de pedagogía, 59 (218), pp. 25-48.
- Hernández-March, J., Martín del Peso, M., Leguey, S. (2009). *Graduates' skills and higher education: The employers' perspective*. Tertiary Education and Management, 15 (1), pp. 1-16.
- León del Barco, B. (2006). *Elementos mediadores en la eficacia del aprendizaje cooperativo: Entrenamiento previo en habilidades sociales y dinámica de grupos*. Anales de Psicología, 22 (1), pp. 105-112.
- Sánchez, P., Rosell, J., Muñoz, A., Flores, M. (2009). *La metodología de los Juegos de Rol y la aplicación de las Nuevas Tecnologías en el área de Organización de Empresas en las titulaciones de Ingeniería y Arquitectura*. Convocatoria Innovación, Universidad de Zaragoza (España).
- Trujillo-Aguilera, F. D., García-Berdónés, C., Sotorrío-Ruiz, P. J., Pozo-Ruz, A, Blázquez-Parra, E. B. (2016). *El juego de rol como elemento dinamizador de la praxis universitaria*. 14th LACCEI International Multi-Conference for Engineering, Education, and Technology, San José (Costa Rica).
- Topping, K. J. (2009). *Peer Assessment*. Theory Into Practice, 48 (1), pp. 20-27.
- Van den Bossche, P., Gijssels, W. H., Segers, M., Kirschner, P. A. (2006). *Social and cognitive factors driving teamwork in collaborative learning environments: Team learning beliefs and behaviors*. Small Group Research, 37 (5), pp. 490-521.



## Factores curriculares y evolución tecnológica que inciden en la resolución de sistemas de ecuaciones lineales

M.J. Fernández Gutiérrez<sup>a</sup>, F. Sánchez Lasheras<sup>b</sup>, A. Castellanos Alonso<sup>c</sup> y M. Martín Blanco<sup>d</sup>

<sup>a</sup>Universidad de Oviedo, Departamento de Matemáticas, correo: mjfg@uniovi.es, <sup>b</sup>Universidad de Oviedo, Departamento de Matemáticas, correo: sanchezfernando@uniovi.es, <sup>c</sup>alumno de la EPI de Gijón, correo: UO265351 y <sup>d</sup>alumno de la EPI de Gijón, correo: UO265206.

---

### **Abstract**

*One of the most important problems in Applied Mathematics, is the solution of linear equations systems. Gaussian elimination is the main procedure in order to solve this problem with a computer. It was also the first algorithm for which an analysis of rounding errors was made.*

*The purpose of this paper is to review the curricular contents about direct methods of solving linear equations systems. The efficiency of some of these methods is analyzed, in line with the use of technological tools.*

**Keywords:** Cramer method, Gauss method, Gauss-Jordan method.

---

### **Resumen**

*Uno de los problemas más importantes en Matemática Aplicada es la resolución de sistemas de ecuaciones lineales. El procedimiento fundamental para abordar este problema en un ordenador es la eliminación Gaussiana y, además, fue el primer algoritmo para el que se realizó un análisis de errores de redondeo.*

*El propósito de este trabajo es revisar los contenidos curriculares referentes a los métodos directos de resolución de sistemas de ecuaciones lineales. Se analiza la eficiencia de algunos de estos métodos, en consonancia con el uso de herramientas tecnológicas.*

**Palabras clave:** método de Cramer, método de Gauss, método de Gauss-Jordan

### **Introducción, Justificación y Objetivos**

Uno de los aspectos que ha adquirido importancia en las asignaturas de matemáticas, es el empleo de herramientas tecnológicas en la resolución de problemas. Estas herramientas se

deben utilizar después de que los estudiantes dominen suficientemente los conceptos teóricos, ahorrándoles así el tiempo que utilizan en operaciones manuales. En muchas ramas de las Ciencias Aplicadas, es frecuente que se planteen sistemas de ecuaciones lineales como modelado de un sistema natural. Esto genera la necesidad de estudiar métodos algorítmicos que resuelvan dichos sistemas de manera eficiente. En las matemáticas de 2º de Bachillerato y en la asignatura de álgebra lineal, los estudiantes han practicado la resolución de sistemas mediante la regla de Cramer y el método de Gauss. En ocasiones, también se les ha enseñado el llamado método de la matriz inversa y el de Gauss-Jordan.

Los métodos anteriores son tratados de manera teórica, sin considerar que la última etapa del proceso es la implementación del algoritmo en un ordenador. Es necesario por tanto, comparar tales métodos en lo que respecta a su eficiencia.

### **Trabajos Relacionados**

A mediados del siglo pasado se publicaron los primeros trabajos sobre la eliminación Gaussiana en su concepción moderna (von Neumann and Goldstine, 1947; Turing, 1948; Wilkinson, 1961). Recientemente las contribuciones de Turing y von Neumann sobre eliminación Gaussiana y errores de redondeo (Grcar, 2011 ; Dopico, 2013) han sido revisadas.

### **Experimentación / Trabajo Desarrollado**

Los alumnos de los grupos A y B de la asignatura de Métodos Numéricos(Grados de Industriales en la EPI de Gijón) contestaron a un test de 8 preguntas el primer día de clase de la asignatura(enero de 2018). Una de esas preguntas fue la siguiente:

*Sea  $Ax = b$  un sistema de Cramer, es decir, un sistema de ecuaciones lineales donde la matriz de coeficientes  $A$  es cuadrada e invertible. ¿ Qué método de los siguientes es, en general, más eficiente para resolver el sistema?*

- a) Gauss      b) Gauss-Jordan      c) Cramer      d) Obtener la inversa de  $A$ .

*nota: El más eficiente se corresponde con el que requiere menos operaciones elementales.*

Los resultados a esta pregunta los detallamos en la sección siguiente. A continuación hacemos una comparativa entre los métodos anteriores en lo que se refiere al número de operaciones elementales que requieren para resolver un sistema de  $n$  ecuaciones y  $n$  incógnitas con matriz de coeficientes invertible.

#### *Regla de Cramer.*

Se basa en resolver  $n+1$  determinantes de orden  $n$  y en realizar  $n$  divisiones. Vamos a considerar dos maneras de resolver cada determinante de orden  $n$ .

a) Si desarrollamos por los elementos de una fila o columna, el número total de operaciones para resolver el sistema es  $(n+1)!n-1$ . Para  $n=20$  son aproximadamente  $10^{21}$ .

b) Si usamos la triangulación Gaussiana, el número total de operaciones para resolver el sistema es  $(4n^4 + n^3 + 2n^2 + 5n - 6)/6$ . Para  $n = 20$  son 108149.

#### *Método de Gauss.*

Se basa en obtener un sistema equivalente con matriz de coeficientes triangular superior y en resolver el sistema triangular por sustitución regresiva. El número total de operaciones para resolver el sistema es  $(4n^3 + 9n^2 - 7n)/6$ . Para  $n = 20$  son 5910.

#### *Método de Gauss-Jordan.*

Se basa en obtener un sistema equivalente con matriz de coeficientes diagonal y en resolver el sistema diagonal. Vamos a considerar dos maneras de proceder:

a) El pivote elegido, en cada etapa de la eliminación de las incógnitas, es distinto de cero pero no es necesariamente igual a uno. El número total de operaciones para resolver el sistema es  $n^3 + n^2 - n$ . Para  $n = 20$  son 8380.

b) Antes de realizar las eliminaciones, dividimos los coeficientes adecuados de la ecuación pivotal entre el pivote (supuesto que sea distinto de cero) para conseguir que sea igual a uno. El número total de operaciones para resolver el sistema es  $n^3 + n^2/2 - n/2$ . Para  $n = 20$  son 8190.

#### *Método de la inversa.*

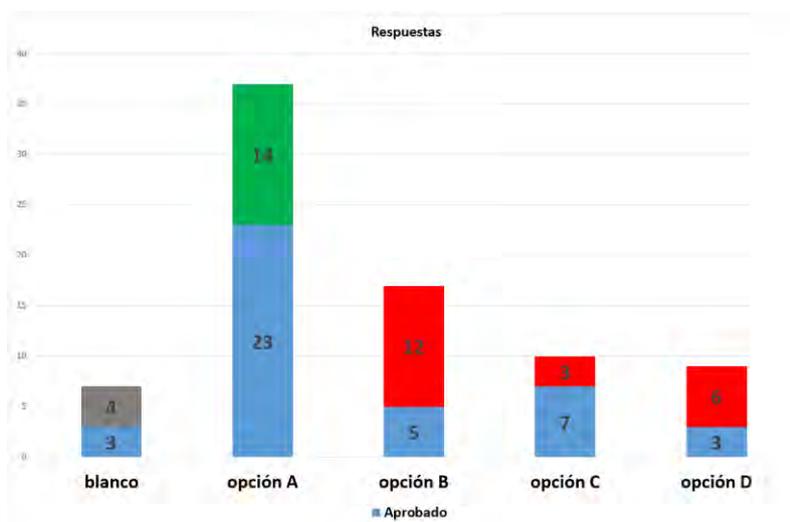
El vector solución del sistema  $Ax = b$  es  $x = A^{-1}b$ . Este procedimiento lo descartamos de plano, puesto que obtener la inversa de  $A$  equivale a resolver  $n$  sistemas lineales donde la matriz de coeficientes es siempre  $A$  y los vectores de los términos independientes son los que conforman la matriz identidad de orden  $n$ . La solución de cada sistema nos da una columna de la matriz inversa.

a) Si resolvemos los  $n$  sistemas por el método de Gauss, el número total de operaciones para resolver el sistema es  $(16n^3 + 3n^2 - 7n)/6$ . Para  $n = 20$  son 21510.

b) Si resolvemos los  $n$  sistemas por el método de Gauss-Jordan con pivote igual a uno, el número total de operaciones es  $(6n^3 - n^2 - n)/2$ . Para  $n = 20$  son 23790.

### **Principales Resultados**

En total fueron 80 alumnos los encuestados. 7 contestaron en blanco, 37 eligieron la opción a), 17 la b), 10 la c) y 9 la d). De los 7 que contestaron en blanco, 3 tienen aprobada la asignatura de álgebra del primer cuatrimestre. De los 37 que contestaron la opción correcta a), 23 tienen aprobado el álgebra. De los 17 que eligieron b), 5 aprobaron álgebra. De los 10 que han elegido c), 7 aprobaron álgebra y de los 9 que eligieron d), 3 aprobaron álgebra.



## Conclusiones

El 54% de los alumnos encuestados desconocían que el método de Gauss es el más eficiente de los cuatro propuestos para resolver un sistema de ecuaciones lineales y de estos, el 42% tenían aprobada la asignatura de álgebra del Grado. Creemos necesario un mejor enfoque sobre estas cuestiones a la hora de elaborar el currículo matemático en el Bachillerato y también en la Universidad.

## Referencias

- Dopico, F. M. (2013). *Alan Turing and the origins of modern Gaussian elimination*. Arbor, 189 (764): a084. doi: <http://dx.doi.org/10.3989/arbor.2013.764n6007>
- Grcar, J. F. (2011b). *John von Neumann's analysis of Gaussian elimination and the origins of modern Numerical Analysis*. SIAM Rev., 53 (4), pp. 607-682.
- Turing, A. M. (1948). *Rounding-off errors in matrix processes*. Quart. J. Mech. Appl. Math., 1, pp. 287-308.
- von Neumann, J. and Goldstine, H. H. (1947). *Numerical inverting of matrices of high order*. Bull. Amer. Math. Soc., 53, pp. 1021-1099.
- Wilkinson, J. H. (1961). *Error analysis of direct methods of matrix inversion*. I. J. Assoc. Comput. Mach., 8, pp. 281-330.



## Ética y sostenibilidad: buscando hueco en los planes de estudios

García Berdonés, Carmen <sup>a</sup>; Díaz Estrella, Antonio <sup>a</sup>; García Lagos, Francisco <sup>a</sup>; Herrero Reder, Ignacio <sup>a</sup>; Peña Martín, Juan Pedro <sup>a</sup>

<sup>a</sup>Departamento Tecnología Electrónica; Universidad de Málaga-Campus de Excelencia Internacional Andalucía Tech, berdones@uma.es; adiaz@uma.es; fgl@uma.es; iherrero@uma.es; jppena@uma.es

---

### **Abstract**

*This paper shows a proposal of teaching activities to develop ethical and sustainability competences. This proposal aims to enhance the limited development that has been detected in an electronic engineering degree by reducing teachers' reluctances to include these competences in their teaching. As future work, it must be verified that the desired improvement has been achieved and this work should be extended to other engineering degrees.*

**Keywords:** *Competences; Ethics; Sustainability; Electronics Engineering*

---

### **Resumen**

*Este trabajo muestra una propuesta de actividades docentes para el desarrollo de las competencias ética y sostenibilidad. Se pretende con ella mejorar el escaso desarrollo que de las mismas se ha detectado en un grado de Ingeniería electrónica, mediante la reducción de las reticencias del profesorado a su inclusión en su docencia. Queda como trabajo futuro medir hasta qué punto se ha conseguido la mejora y extender este trabajo a otros grados de Ingeniería.*

**Palabras clave:** *Competencias; Ética; Sostenibilidad; Ingeniería electrónica*

## Introducción, Justificación y Objetivos

Los principales marcos competenciales que establecen las capacidades que la Universidad debe desarrollar en los futuros ingenieros e ingenieras<sup>1</sup> recogen, además de competencias específicas (CE), diversas competencias generales (CG) entre las que se incluye la que aquí,

---

<sup>1</sup>EURACE :[eurace.iie.aneca.es/documentos/GUIA%20ACREDITA%20PLUS%20EURACE.PDF](http://eurace.iie.aneca.es/documentos/GUIA%20ACREDITA%20PLUS%20EURACE.PDF); ABET :[www.abet.org/accreditation/accreditation-criteria/criteria-for-accrediting-engineering-programs-2018-2019/#outcomes](http://www.abet.org/accreditation/accreditation-criteria/criteria-for-accrediting-engineering-programs-2018-2019/#outcomes); CDIO: <http://www.cdio.org/framework-benefits/cdio-syllabus>

abreviadamente, denominaremos *Ética y Sostenibilidad (CEyS)*. También contempla esta competencia la Orden CIN/352/200, que regula el Grado en Ingeniería de Sistemas Electrónicos (GISE) de la E.T.S. de Ingenieros de Telecomunicación (ETSIT) de la Universidad de Málaga (UMA).

El profesorado del GSIE viene realizando en los últimos años diferentes acciones con dos objetivos: 1.-Determinar el grado en el que están siendo desarrolladas las CG en el GSIE. 2.-Potenciar, en su caso, dicho desarrollo. Se presenta aquí el trabajo llevado a cabo para la CEyS. Como se expondrá después, se encontraron indicios de una cierta reticencia a su desarrollo en las aulas que, a su vez, podría explicar el pobre desarrollo de la competencia a lo largo del grado, que también se constató. Estas reticencias pueden responder al escaso tiempo que el desarrollo de las CE deja para el desarrollo de las CG y a la dificultad para su evaluación, debido a la fuerte componente actitudinal que se puede presuponer que CEyS contiene. La literatura recoge ambos factores como causantes de que las CG sean relegadas en las aulas (Krause, 2014). Además, en nuestra opinión, puede también contribuir un cierto desconocimiento por parte del profesorado de los temas concretos que se pueden abordar para su desarrollo. Así, para potenciar la presencia de CEyS en el GISE decidimos realizar una propuesta de actividades docentes que, en alguna medida, incidieran en las causas de las reticencias.

### **Trabajos Relacionados**

Krause (2014) también señala, como causa de que las CG no sean abordadas, que una parte del profesorado universitario entiende que su obligación se limita al desarrollo de las CE. Este mismo hecho es también apuntado para el caso de la *Ética* por Esteban Bara, Mellen Vinagre, & Buxarrais Estrada (2014) que también señalan a otro sector del profesorado que cree que la formación debe girar en torno a la reflexión del estudiante y a un tercer grupo que piensa que se debe conseguir, y por tanto evaluar, un comportamiento ético del alumnado. Es decir, el profesorado que sí se siente responsable, apuesta, respectivamente, por una evaluación bien formadora o bien sumativa. Esta disyuntiva también la planteamos en García-Berdónes, Peña-Martín, & Trujillo-Aguilera (2017), trabajo que presentaba los objetivos y resultados generales de un Proyecto de Innovación Educativa (PIE) de la UMA, desarrollado en el bienio 2015-17 y centrado en las CG en el GISE. La CEyS no se trató en aquella comunicación por las razones que señalaremos más adelante, aunque la competencia sí fue seleccionada como una de las CG a estudiar en el PIE. De hecho, en el marco de ese PIE se ha realizado el presente trabajo que, por otro lado, se ha fundamentado en el estudio de algunas de las aportaciones de los numerosos autores que han tratado el desarrollo de la CEyS en los grados de ingeniería. Por restricciones de espacio, solo mencionaremos, a modo de ejemplo, que en la literatura se pueden encontrar propuestas tanto de actividades para asignaturas de primeros cursos (García Planas & Taberna, 2017) o terminales (Cabré García et al., 2013), como de cuestionarios para evaluar la ética profesional (Hirsch Adler, 2005).

## Trabajo Desarrollado. Resultados

Las acciones relacionadas con el primer objetivo, determinar la implantación de la CEyS en el GSIE, se muestran en la Tabla 1. Los resultados de a2 y a3 muestran la ya mencionada escasa implantación y las reticencias a mejorarla. Para proponer las actividades, segundo objetivo, se descompuso la CEyS en tres vertientes<sup>2</sup> cuyo contenido parecía más cercano al profesorado (reticencia por desconocimiento): *Integridad académica* (principios éticos que deben regir el comportamiento del alumnado), *Códigos profesionales* (códigos deontológicos de asociaciones de profesionales) y *Responsabilidad Social* (implicaciones de la práctica de la ingeniería). Para cada una, se identificaron sus objetivos de aprendizaje y las actividades para su desarrollo, con especial atención a: 1- si estas actividades podrían ser un complemento a las ya existentes para el desarrollo de otras competencias, añadiendo en todo caso alguna actividad extra (reticencia por falta de tiempo) y 2- si la evaluación podría tener un carácter formador<sup>3</sup> en vez de sumativo (reticencia a la evaluación). Esta información se muestra, muy resumida, en la Tabla 2.

## Conclusiones

Se han propuesto aquí una serie de actividades que, al hacer hincapié en las posibles reticencias del profesorado a la incorporación de la CEyS a su docencia, confiamos potencien el escaso desarrollo de la competencia en el GSEI, también recogido aquí.

**Tabla 1 Descripción y resultados de las acciones previas a la propuesta de actividades**

	Descripción	Resultados
a1	Identificación de la CEyS en la memoria de verificación del GISE <sup>4</sup> .	CB3.2- Reflexionar para emitir juicios sobre temas con relevancia social, científica o ética; G12.5- Comprender la responsabilidad ética y profesional; G15- Analizar y valorar impacto social y medioambiental.
a2	Administración de un cuestionario a coordinadores de asignaturas del GSEI para determinar el desarrollo de la CEyS en el plan de estudios.	30,3% de los coordinadores indicaron que en su asignatura se desarrollaba la CB3.2; un 18,2%, la G12.5 y un 3%, la G15. Números sensiblemente menores que los arrojados por otras CG, como la Comunicación (72,7%)
a3	Administración de un cuestionario al profesorado participante del PIE para recoger muestras de interés en la CEyS.	De entre las CG que se propusieron: CEyS, Comunicación, Segundo Idioma, Aprendizaje permanente y Trabajo en Grupo, CEyS fue la única que ninguno miembro del PIE eligió para desarrollar o potenciar en su asignatura (por eso la CEyS no se trató en la comunicación antes mencionada).

<sup>2</sup> Esta propuesta se inspira en la existencia de manuales de integridad académica en otra universidades, por ejemplo en las titulaciones del Massachusetts Institute of Technology (<https://integrity.mit.edu/>), de códigos éticos profesionales ya establecidos por ejemplo por la National Society of Professional Engineers o por Engineering Council de UK (<https://www.nspe.org/resources/ethics/code-ethics>; <https://www.engc.org.uk/standards-guidance/guidance/statement-of-ethical-principles/>) y de múltiples trabajos que no han podido ser mencionados por cuestiones de espacio, particularmente los provenientes de la Universidad Politécnica de Cataluña.

<sup>3</sup> Proponiendo al alumnado, como parte de su evaluación formadora, bien debates o bien la cumplimentación de cuestionarios sobre ética profesional como el propuesto por Hirsch Adler (2005).

<sup>4</sup> La numeración de las competencias responde a una subdivisión realizada por los autores de las macro competencias, generales (G) y básicas (B), descritas en la Orden CIN (García-Berdónés et al., 2017).

Tabla 2. Resumen de las actividades propuestas

Ver-tiente	Temática y/o ma-terial base	Integración con otras Comp.	Evaluación	Actividad extra
Integri-dad Aca-démica	Plagios y reglas de trabajo en grupo	Comunicación y/o Trabajo en grupo	Sumativa (parámetro extra de calidad en la ejecución de la actividad)	Formación
Respon-sabilidad Social	Huella ambiental, obsolescencia programada, Ciberseguridad, Copyright, etc.	Las cubiertas por el TFG	Sumativa (sostenibilidad requisito extra para el TFG)	Formación
		Depende de las CE de la asignatura	Formadora	Debate
Códigos Profesio-nales	Códigos deontológi-cos y/o cuestionarios de ética profesional	Gestión de proyec-tos	Sumativa (examen de co-nocimientos)	Formación
		Gestión de proyec-tos	Formadora	Debate/ Auto reflexión

Fuente Tablas 1 y 2: Elaboración propia

Este trabajo debe continuar, por un lado, midiendo hasta qué punto se consigue la implantación de la CEyS deseada y, por otro, extendiéndolo al resto de grados de la ETSIT. Ambas líneas ya han sido iniciadas en el marco del PIE 17-071 de la UMA (bienio 2017-19), que, junto al “I Plan Propio Integral de Docencia” de la UMA, financian parcialmente este trabajo.

## Referencias

- Cabré García, J. M., García Almiñana, J., García, H., López Álvarez, D., Sánchez Carracedo, F., Vidal López, E. M., & Alier Forment, M. (2013). La sostenibilidad en los proyectos de ingeniería. *ReVisión*, 6(2), 91-100.
- Esteban Bara, F., Mellen Vinagre, T., & Buxarrais Estrada, M. R. (2014). Concepciones del profesorado universitario sobre la formación ética y ciudadana en el Espacio Europeo de Educación Superior: un estudio de caso. *RUSC. Universities and Knowledge Society Journal*, 11(3), 22-32.
- García-Berdónes, C., Peña-Martín, J. P., & Trujillo-Aguilera, F. D. (2017). Coordinación del profesorado para el desarrollo de competencias transversales en un grado de ingeniería electrónica: estrategia y resultados. En *XXV Congreso de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas*, 25 CUIEET. (pp. 1209-1218). Badajoz.
- García Planas, M. I., & Taberna, J. (2017). La competencia de sostenibilidad y compromiso social en la asignatura de álgebra lineal en los grados de ingeniería. *Debates y Prácticas en Educación*, 2(2), 69-79.
- Hirsch Adler, A. (2005). Construcción de una escala de actitudes sobre ética profesional. *REDIE: Revista Electrónica de Investigación Educativa*, 7(1).
- Krause, K.-L. D. (2014). Challenging Perspectives on Learning and Teaching in the Disciplines: The Academic Voice. *Studies in Higher Education*, 39(1), 2-19.

26 Congreso Universitario de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas (2018)



## Descripción de una experiencia con el uso de las TIC basada en el uso de vídeos explicativos y cuestionarios para una mejor comprensión de las prácticas de Física de Ingeniería Industrial

Oscar Martínez Sacristán\*, Sofía Rodríguez Conde, Miguel Ángel González Rebollo, Mar Herguedas Vaquerizo

Escuela de Ingenierías Industriales, Dpto. Física de la Materia Condensada, Universidad de Valladolid, Paseo del Cauce s/n, 47011 Valladolid, España. \*oscar@fmc.uva.es

---

### **Abstract**

*Hand on-lab sessions are a very important part of Physics subjects for engineering students. Due to the observed students' difficulties to understand correctly the purposes of the hand on-lab, an experience based on the visualization of very short explanatory videos has been established, both related to the specific lab sessions and to the general background. The experience has been tested with a whole group of 46 students from the first course of Organization Engineering. Laboratory sessions with and without this methodology has been undertaken by this group. The students have also answered to some surveys in order to prove the students' understanding and to check the satisfaction level concerning the methodology.*

**Keywords:** Short videos, laboratory practices, physics

---

### **Resumen**

*Las prácticas de laboratorio son una parte fundamental de las asignaturas de Física para alumnos de ingenierías. Debido a las dificultades observadas en los estudiantes para entender correctamente el propósito de las prácticas de laboratorio, se ha puesto en marcha en este curso 17/18 una experiencia basada en la realización de vídeos muy cortos, tanto de las prácticas específicas como de conceptos generales. La experiencia se ha comenzado a probar con un grupo completo de 46 estudiantes de primer curso de Ingeniería de Organización Industrial. Los estudiantes han realizado prácticas de laboratorio con y sin esta metodología, realizando además diferentes cuestiona-*

*Descripción de una experiencia con el uso de las TIC basada en el uso de vídeos explicativos...*

*rios para medir tanto el grado de comprensión de las prácticas por parte de los estudiantes como su satisfacción general con la metodología.*

**Palabras clave:** *Videos cortos, prácticas de laboratorio, física*

## **Introducción, Justificación y Objetivos**

La metodología de Bolonia de créditos ECTS (implantada en el curso 2010/2011) implica para el estudiante más horas de trabajo personal y menor carga docente tradicional, ya que el aprendizaje autónomo constituye una de las principales directrices del nuevo paradigma educativo. El menor tiempo para explicaciones implica optimizar el tiempo de aula para explicar conceptos fundamentales. Por otro lado, llenar de contenido las horas de trabajo personal de los estudiantes es ahora una tarea importante de los docentes (Prieto 2017). En este contexto, las prácticas de laboratorio, que constituyen una parte esencial de las asignaturas de Física de los primeros cursos de Ingeniería, deben optimizarse y adecuarse. En general, se viene observado que debido al poco tiempo dedicado a las prácticas, a los estudiantes les cuesta asimilar los conceptos y entender en última instancia la finalidad y beneficios de las mismas, limitándose muchas veces a una toma rutinaria de datos. El resultado suele ser informes muy pobres y notas de prácticas muy bajas, si no se quiere bajar el nivel de exigencia requerido.

Con idea de optimizar la metodología de aprendizaje de las prácticas de laboratorio, y en base a otro de los cambios significativos que propone el Plan Bolonia, como es el avance hacia nuevas metodologías docentes, en este curso 17/18 se ha comenzado una nueva experiencia basada en la creación de vídeos cortos explicativos de algunas prácticas de la asignatura Física II de primer curso de distintos grados de Ingeniería Industrial de la Universidad de Valladolid (UVa). Los vídeos se refieren tanto a algunas prácticas concretas como a aspectos generales de las prácticas de laboratorio, tales como la correcta representación gráfica de los datos, regresiones lineales, etc. Los vídeos se han complementado con la realización de cuestionarios de comprobación de los conceptos físicos y del grado de satisfacción de los estudiantes con la experiencia. Esta metodología se ha probado en un curso completo de 46 estudiantes del grado de Organización Industrial, que han realizado tanto prácticas tradicionales como prácticas con esta metodología.

## **Trabajos Relacionados**

La experiencia propuesta parte de los conceptos de clase invertida (Prieto 2017) y del uso de las herramientas TIC para apoyo de la docencia de la Física. Las prácticas de laboratorio son un buen campo en el que la metodología de clase invertida puede ser de gran utilidad, donde el profesor puede enviar a los estudiantes los materiales con los que estos deben

trabajar (guiones, vídeos explicativos, apuntes, etc.) (Christensen 2013), chequeando el grado de comprensión de los estudiantes mediante cuestionarios, y analizando las principales dificultades con las que se encuentran (Mazur 2014). La realización de vídeos cortos y de cuestionarios (usando por ejemplo google forms), así como el uso del campus virtual (Moodle), permite al docente contar con las herramientas y materiales necesarios para llevar a cabo estas metodologías, sin una gran complejidad añadida.

El uso de vídeos cortos para el apoyo de la docencia se está extendiendo cada vez más en la enseñanza universitaria. En concreto, el modelo de “píldoras de conocimiento” es un formato bastante extendido y acuñado por diferentes universidades, entre ellas la UVa. Las píldoras de conocimiento son recursos formativos muy atractivos para los estudiantes, consistentes en lecciones grabadas o tutoriales audiovisuales de corta duración en la que se muestra un determinado tema. Las píldoras de conocimiento de la UVa se encuentran dentro del “Proyecto Saber Extender”, gestionado por la Sección de Formación Permanente e Innovación Docente y por el Servicio de Medios Audiovisuales y Nuevas Tecnologías de la Universidad de Valladolid (SMANT-UVa). La realización de las mismas está apoyada institucionalmente, incorporando cada nueva píldora grabada al Repositorio de la Universidad de Valladolid.

Los autores de esta experiencia, miembros del grupo de investigación reconocido por la Universidad de Valladolid “Tecnología, Innovación y Aprendizaje” (TIA), venimos llevando a cabo diferentes Proyectos de Innovación Docente (PID) basados en las TICs. Dentro de ese contexto, y, formando parte de un PID institucional concendido para el curso 17/18, se encuadra la presente propuesta.

### **Experimentación / Trabajo Desarrollado**

La asignatura “Física II”, del primer curso (segundo cuatrimestre) de los grados de Ingeniería Industrial impartidos por la UVa, es una asignatura básica troncal. Consta de siete temas dedicados al electromagnetismo, óptica ondulatoria y termodinámica. Las prácticas de laboratorio son una parte fundamental de la misma, con una carga docente para los estudiantes de diez horas, que se dedican a la realización de cuatro prácticas (dos horas de duración cada una) y de un examen práctico final (empleando dos horas).

Cabe destacar que gracias a PID previos, junto con el afán de mejora del equipo docente, así como con una inversión económica continua, las prácticas de laboratorio se han ido actualizando, estando por lo general informatizada la toma de datos, contando con programas como DataStudio.

La evaluación de la asignatura se hace en base a 2 exámenes intermedios (1 punto cada uno), 2 puntos para las prácticas y 6 puntos para el examen final. Las prácticas se evalúan

en base a los 4 informes entregados por los alumnos (1 punto) y en base al examen final individual (1 punto). El reducido tiempo dedicado a las prácticas supone para los estudiantes una fuerte carga de trabajo autónomo, ya que deben acudir al laboratorio habiendo estudiado antes el guión de la práctica, así como trabajar los datos experimentales recogidos de la práctica y confeccionar los informes a entregar.

Las prácticas de laboratorio se imparten paralelamente al desarrollo del contenido teórico de la asignatura. Esto supone un problema añadido para los estudiantes, ya que deben enfrentarse a desarrollar un experimento en el laboratorio que incluye conceptos que aun no han asentado en la parte teórica, o, incluso en algunos casos ni siquiera han llegado a ver. Por este motivo, en los guiones de las prácticas se suele hacer un repaso del contenido teórico que respalda al experimento (fundamento teórico), además de la explicación de los objetivos y pasos a seguir para conseguirlos. Los guiones de la asignatura Física II se encuentran a disposición de los alumnos con suficiente antelación a la sesión práctica presencial, colgados tanto en el campus virtual (Moodle) como en la página web del Dpto. (<http://goya.eis.uva.es>, apartado Docencia/Física II<sup>1</sup>). En general, se observa que aunque los guiones son una herramienta muy necesaria para la comprensión de la práctica, los estudiantes suelen llegar al laboratorio sin haberlos leído. Esto suele provocar que los lean rápidamente durante el corto tiempo destinado a la ejecución de la práctica, y sin prestar mucha atención a los detalles. En consecuencia, se observa claramente, tanto en las horas de laboratorio como en los informes, que los estudiantes no entienden la finalidad de las prácticas ni la forma de trabajar con los datos experimentales. Además, de la experiencia adquirida en la impartición de esta asignatura, se observa que la lectura del guión resulta ser complicada para los estudiantes, que no conocen bien los equipos de laboratorio habituales para estas prácticas (multímetros, osciloscopios, fuentes de alimentación, etc.), cómo funcionan, qué miden o aportan exactamente, etc., lo que se añade a la dificultad de los conceptos teóricos, como se comentaba anteriormente.

Por este motivo parecía muy interesante proponer métodos innovadores en los que se ayude al estudiante a una mayor preparación previa de las prácticas de laboratorio, mediante el uso de videos cortos explicativos que complementasen la lectura del guión. Además, con la idea de ofrecer un apoyo a los alumnos en ciertos conceptos que resultan difíciles de entender o necesitan más tiempo para ser asimilados, se dedica un seminario complementario a la explicación de los objetivos de las prácticas. Para apoyar este seminario se han realizado dos píldoras de conocimiento. En total se han realizado cinco videos cortos. En todos los casos, los alumnos tienen acceso a ellos via youtube con un enlace abierto a todo el público en general y sin límite de tiempo subido a la red. Esto hace que los alumnos puedan consultar y reproducir fácilmente los videos tantas veces como sea necesario y mediante una

---

<sup>1</sup> Véase por ejemplo: <http://mudarra.cpd.uva.es/goya/Intranet/pages/programas/laboratorio/fisica2/Practicas1/2017-2018/lorentz3.pdf>

herramienta muy popular y extendida como Youtube. Los videos realizados se dividen en dos categorías:

**1.- Píldoras de conocimiento (Videos V1 y V2).** Estos videos se dedican a explicar conceptos generales de la toma y análisis de datos en laboratorio (representación de gráficas, regresiones lineales, etc.). Los dos videos, Fig. 1, se han grabado a través del SMANT-UVa<sup>2</sup>. Como se ha indicado, los estudiantes debían visualizar estos videos previamente a la realización de un seminario dedicado a las practicas de laboratorio de una hora de duración.

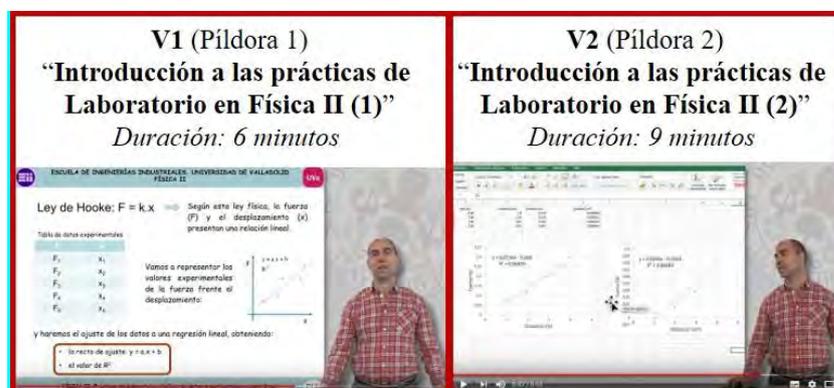


Figura 1.- Videos cortos, en formato de “píldoras de conocimiento” dedicados a aspectos generales de la toma de datos, representaciones gráficas, etc.

**2.- Videos explicativos (Videos V3, V4, y V5).** Cada uno de estos videos explica el material a usar en tres prácticas diferentes, y la dinámica general de las mismas. Las tres prácticas seleccionadas han sido “Fuerza de Lorentz”, “Ley de inducción de Faraday” e “Inducción magnética en bobinas”. La selección de las mismas se ha hecho en base a que son prácticas que están duplicadas en el laboratorio y las podían hacer un gran número de estudiantes. La idea ha sido, en este sentido, que todos los estudiantes hicieran una práctica con esta metodología, y el resto de prácticas (tres) con la metodología tradicional (sólo guión, sin vídeo ni cuestionario de comprobación). La idea en el futuro será extender la experiencia al resto de prácticas de la asignatura, pero dado el elevado número de prácticas diferentes (21), era impensable en una primera fase abordar un número grande de prácticas.

<sup>2</sup> <https://www.youtube.com/watch?v=07Zbe-gGe3I&t=20s>.

<https://www.youtube.com/watch?v=QrIVg-fw0Kg&t=407s>

*Descripción de una experiencia con el uso de las TIC basada en el uso de videos explicativos...*

Estos tres videos se han realizado con ayuda de un Smartphone Samsung Note8 y un sencillo editor de video (el propio del terminal), ofreciendo así videos “caseros” de corta duración <sup>3</sup>.

Además, con intención de evaluar la comprensión de los estudiantes de las prácticas hechas con este formato, se ha creado un cuestionario para cada una de las tres prácticas, usando para ello la herramienta google forms. La manera de actuar con las prácticas bajo esta metodología ha sido la siguiente: el estudiante debía leer el guion, visualizar el video explicativo y contestar al cuestionario correspondiente (en el que se pedía una nota mínima de un 6 sobre 10) antes de acudir a la sesión práctica. En caso de no alcanzar dicha nota, debía repetir el cuestionario.

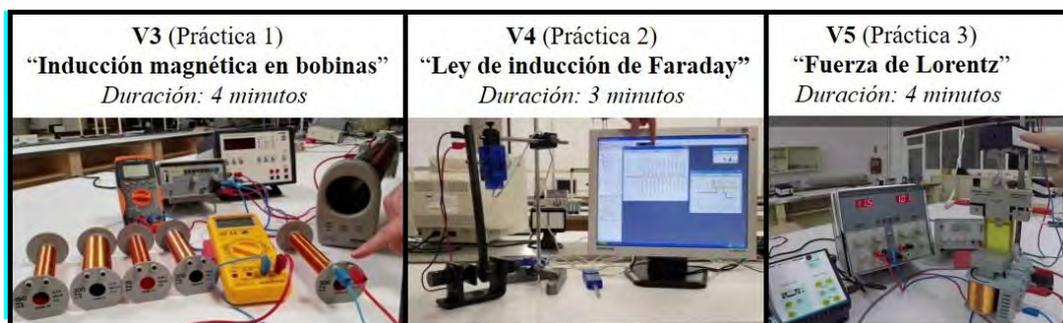


Figura 2.- Vídeos cortos de tres prácticas seleccionadas.

## Principales Resultados

Cabe señalar, como resultado positivo en sí mismo, la realización de dos píldoras de conocimiento, incorporadas al repositorio institucional de la UVa, dedicadas a aspectos generales de las prácticas de laboratorio, que pueden ser usadas por estudiantes de habla española de cualquier materia experimental. En este sentido, está pensado realizar alguna píldora más en este misma línea. Por otro lado, es un resultado positivo en sí mismo la propia realización de los tres primeros videos explicativos de prácticas de laboratorio de la asignatura

<sup>3</sup> [https://youtu.be/d7XV\\_iYfass](https://youtu.be/d7XV_iYfass)

<https://youtu.be/6LffFgrNvbK>

<https://youtu.be/bJLCSMK2Iis>

Física II del primer curso de Ingeniería Industrial de la UVa. En los próximos meses se pretende realizar estos vídeos en un formato de píldoras de conocimiento, apoyados por el SMANT-UVa. La metodología “vídeo+cuestionario” se ampliará a otras prácticas de laboratorio de la asignatura Física II.

Resulta destacable la muy buena acogida de esta metodología por parte de los estudiantes con los que se ha empezado a probar. La tabla 1 muestra algunas de las preguntas lanzadas a los estudiantes para chequear el grado de satisfacción con la experiencia, y la figura 3 muestra los resultados del porcentaje de alumnos que opina estar nada de acuerdo, de acuerdo o muy de acuerdo con cada pregunta. La mayoría de los estudiantes ven muy útil la metodología “vídeo+cuestionario”. Resulta también muy interesante comprobar que esta metodología ayuda a que las dos personas que hacen la práctica vayan al laboratorio con un nivel más homogéneo. La opinión generalizada respecto a los vídeos ha sido que *“ayudan bastante a “traducir” lo que se lee en el guión a una forma práctica, sabiendo así con antelación, antes de ir al laboratorio, los instrumentos que se van a usar en la práctica y cómo utilizarlos”*. Por otra parte, respecto al cuestionario de evaluación de conocimientos, consideran *“que es útil para asegurar el conocimiento de lo más básico de la práctica y de esta manera que resulte más fácil su realización”*. Es interesante destacar que un buen número de estudiantes (~ 15%) no se ha conformado con sacar la nota mínima requerida del cuestionario de evaluación, repitiendo dicho cuestionario hasta sacar una nota de 9 o 10.

Tabla 1. Algunas preguntas del cuestionario de satisfacción sobre la experiencia

1	El vídeo te ha facilitado la realización de la experiencia
2	La lectura del guión es suficiente para la preparación de la práctica
3	Te ha gustado cómo está realizado el vídeo
4	Es útil realizar un cuestionario de comprobación de contenidos
5	El cuestionario de comprobación te ha resultado sencillo
6	La experiencia (vídeo + cuestionario) ha forzado que tú y tu compañero lleguéis a la práctica con un nivel más homogéneo

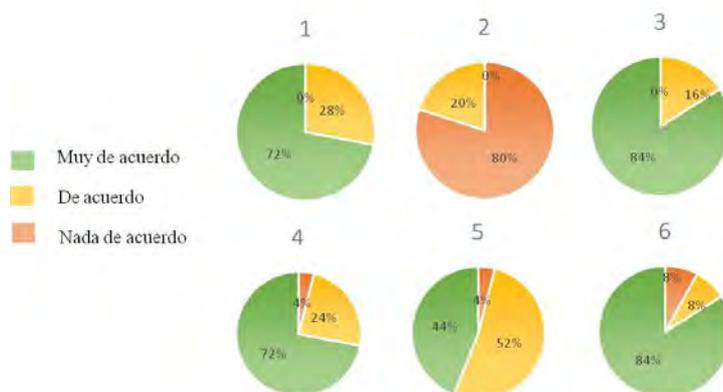


Figura 3.- Respuestas de los estuadiates sobre las preguntas lanzadas en el cuestionario sobre el grado de satisfacción con la experiencia (tabla 1).

También se ha realizado un cuestionario para comparar la experiencia con el método tradicional (sólo guión), ya que todos los alumnos de este grupo han realizado una práctica siguiendo la metodología presentada y otras tres prácticas con la metodología tradicional. La tabla 2 muestra algunas de las preguntas formuladas, y la figura 4 muestra los resultados del porcentaje de alumnos que opina estar nada de acuerdo, de acuerdo o muy de acuerdo con cada pregunta.

Tabla 2. Algunas preguntas del cuestionario sobre la comparación de ambos métodos (“vídeo + cuestionario” frente a sólo guión).

1	Habría sido muy positivo que todas las prácticas incluyeran vídeo + cuestionario
2	Comparando ambos métodos, la práctica con vídeo y cuestionario te ha ayudado a comprender mejor el objetivo de la práctica
3	Comparando ambos métodos, la práctica con vídeo y cuestionario te ha ayudado a realizar un mejor informe final de la práctica
4	Comparando ambos métodos, la práctica con vídeo y cuestionario te ha motivado más a hacer la práctica y te ha hecho más receptivo
5	Comparando ambos métodos, la práctica con vídeo y cuestionario ha ayudado a una mejor asimilación de conceptos y entender mejor la finalidad de las prácticas, mejorando así el resultado global del aprendizaje

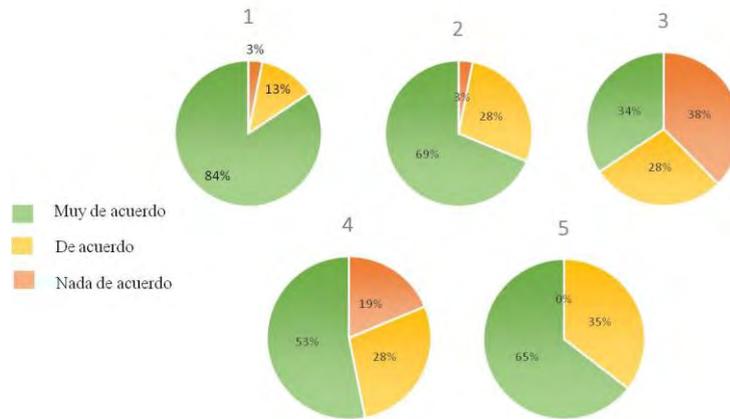


Figura 4.- Respuestas de los estudiantessobre las preguntas lanzadas en el cuestionario sobre comparación de métodos (tabla 2).

Resulta muy interesante observar que un 84% de los estudiantes están muy de acuerdo con la idea de haber incluido más videos explicativos en más prácticas, lo que concuerda con el resultado obtenido en la pregunta 1 del cuestionario previo, en la que la mayoría veía muy útil esta metodología. Sin embargo, 35% de las respuestas señalan que haber visualizado el video explicativo y el correspondiente cuestionario no les ha resultado de ayuda a la hora de realizar el informe sobre la práctica. Este es un punto muy interesante a tener en cuenta, ya que nos da una idea sobre qué tipo de contenidos puede ser más conveniente añadir en futuros videos explicativos, como por ejemplo comentarios aclaratorios sobre cómo realizar correctamente el informe correspondiente, señalar cuáles son los puntos más importantes a evaluar en él, etc.

### Conclusiones

Se viene observando que los estudiantes de Ingenierías Industriales suelen tener bastantes problemas con la comprensión de las prácticas de laboratorio, a las que la implantación del método de Bolonia ha quitado horas de trabajo presencial. Con la finalidad de paliar estas deficiencias, y haciendo uso de la metodología de clase invertida y apoyados con las herramientas TIC, se han confeccionado vídeos cortos explicativos de aspectos generales de las prácticas de laboratorio y de tres prácticas concretas. Para chequear el grado de comprensión de los estudiantes previo a la realización de la práctica, se han confeccionado también cuestionarios de comprobación de contenidos. Así, con la metodología de video+cuestionario se ha obligado a los estudiantes a leer el guión, visualizar el video explicativo y realizar un cuestionario de evaluación, en el que debían obtener una nota míni-

*Descripción de una experiencia con el uso de las TIC basada en el uso de videos explicativos...*

ma de un 6. Los estudiantes valoran de forma muy positiva esta metodología, ya que consideran que el vídeo complementa muy bien al guión y les permite entender mejor los elementos de la práctica, el uso de los equipos, etc. Consideran, así mismo, que el cuestionario les obliga a preparar mejor la práctica. De esta forma se ha comprobado que la finalidad última de la experiencia, de dar contenido al trabajo personal de los estudiantes y de que aprovechen mejor las sesiones de prácticas, se ha cumplido en un alto grado.

### **Referencias**

Christensen W. (2013). *The Physics Teacher* 51, 500-502.

Prieto A. (2017). *Flipped Learning: Aplicar el modelo de aprendizaje inverso*. Ed. Narcea. 208 pp.

Mazur E. (2014). *Peer Instruction: A User's Manual*. Ed. Pearson New International. pp. 241



## **Banco de ensayos para instalaciones de autoconsumo fotovoltaico aisladas y/o conectadas a red.**

**Manuel Calderón Godoy<sup>a</sup>, José David de la Maya Retamar<sup>b</sup> y Diego Carmona Fernández<sup>c</sup>**

<sup>a</sup>Escuela de Ingenierías Industriales (Uex) [calgodoy@unex.es](mailto:calgodoy@unex.es); <sup>b</sup>Escuela de Ingenierías Industriales (Uex) [delamaya@unex.es](mailto:delamaya@unex.es); <sup>c</sup>Escuela de Ingenierías Industriales (Uex) [dcarmona@unex.es](mailto:dcarmona@unex.es).

---

### ***Abstract***

*Photovoltaic self-consumption refers to the electricity generation for personal consumption, from photovoltaic solar panels.*

*This paper describes a test bench built to study the behavior of photovoltaic self-consumption facilities, both isolated and connected to the grid. The test bench is divided into two parts. In its upper part, the photovoltaic installation connected to the grid is located. It is formed by three microinverters of 225 W each and the Envoy Communications Gateway<sup>TM</sup> "enphase M215", as the most important elements. In the lower part, there is the off-grid installation, which uses the same photovoltaic modules as the previous one, and also has a charge regulator, an inverter and an electrochemical accumulator. The photovoltaic generator which the test bench has been connected to, is made up of 3 photovoltaic modules of 240 Wp each that can supply, without distinction, both installations.*

**Keywords:** *Photovoltaic self-consumption, test bench, communications gateway, microinverter.*

---

### ***Resumen***

*El autoconsumo fotovoltaico hace referencia a la producción de energía eléctrica para el propio consumo, a partir de paneles solares fotovoltaicos.*

*En este trabajo se describe un banco de ensayo construido para estudiar el comportamiento de instalaciones de autoconsumo fotovoltaico, tanto aisladas, como conectadas a red. El banco de ensayo está dividido en dos partes. En su parte superior, se encuentra la instalación fotovoltaica con conexión a*

Banco de ensayos para instalaciones de autoconsumo fotovoltaico aisladas y/o conectadas a red.

*red, formada por tres microinversores de 225 W cada uno y un portal de comunicaciones Envoy™ “enphase M215”, como elementos más importantes. En la parte inferior, se encuentra la instalación aislada, que utiliza los mismos módulos fotovoltaicos que la anterior, y además dispone de un regulador de carga, un inversor y un acumulador electroquímico. El generador fotovoltaico al que se ha conectado el banco de ensayo, está constituido por 3 módulos fotovoltaicos de 240 Wp cada uno que pueden alimentar, indistintamente, a ambas instalaciones.*

**Palabras clave:** *Autoconsumo fotovoltaico, banco de ensayo, portal de comunicaciones, microinversor.*

### **Introducción, Justificación y Objetivos**

Desde que se publicó en España el RD 1/2012, en el cual se eliminan las primas por venta de energía en el régimen especial, la venta de energía eléctrica para la fotovoltaica se convierte en algo poco rentable, y el autoconsumo se manifiesta como la única salida para las pequeñas instalaciones fotovoltaicas, como la forma más rentable y con menor tiempo de retorno de la inversión. Si además, a esto le sumamos la publicación del RD 900/2015, en el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas de las modalidades de suministro de energía eléctrica con autoconsumo y de producción con autoconsumo, que hacen aún más difícil la rentabilidad de dichas instalaciones, es evidente que resulta primordial realizar un exhaustivo dimensionado del generador fotovoltaico para que, dependiendo de las necesidades energéticas del consumidor, éste se ajuste a la curva de carga de la instalación receptora y evite el coste asociado a una eventual inyección a red de la energía excedentaria.

El objetivo de este banco de ensayo es dotar a los alumnos de una herramienta mediante la que puedan trabajar en distintos escenarios de consumo, tanto en instalaciones aisladas como conectadas a red y tengan la oportunidad de comprobar, de forma real, la conveniencia de dimensionar la instalación fotovoltaica de forma que se adapte a las necesidades de consumo, evitando así una eventual inyección de energía eléctrica a la red.

Se pretende que el alumno, una vez haya dimensionado la instalación fotovoltaica en función de las necesidades que le han sido enunciadas, configure la misma y sea capaz de obtener las conclusiones de su funcionamiento. Para ello, los distintos subsistemas del panel (módulos fotovoltaicos, microinversores, regulador, analizadores, etc) están, en principio, desconectados, debiendo ser el propio alumno el que los interconecte en función del tipo de instalación de autoconsumo que desee llevar a cabo.

## Trabajos Relacionados

Hasta ahora, en las asignaturas relacionadas con las energías renovables y, en concreto, con la energía solar fotovoltaica, como es el caso de “*Generación Eléctrica con Energías Renovables*” de 4º curso del Grado de Ingeniería Eléctrica, los alumnos han abordado el estudio de estas instalaciones sin un soporte práctico que les permita realizarlas, de forma real y tangible. Por tanto, las desviaciones en su comportamiento ideal debidas a causas múltiples como sombreado parcial de los módulos, orientación y/o inclinación no adecuada, etc., había que cuantificarlos de forma teórica, sin poder comprobar, de manera real su influencia en los resultados esperados. Con este banco de ensayo, se podrán provocar todas estas situaciones no ideales para que el alumno pueda medir de forma directa y real cual es su repercusión en el comportamiento de la instalación.

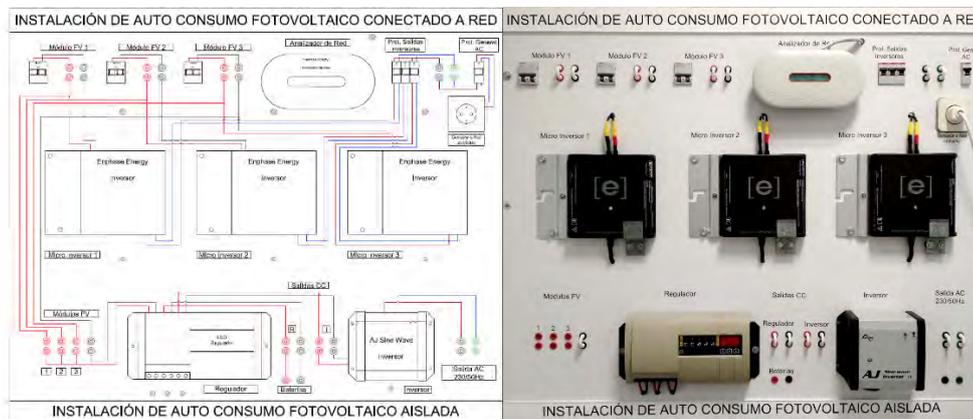


Figura 1. Diseño del banco de ensayo y aspecto final del mismo.

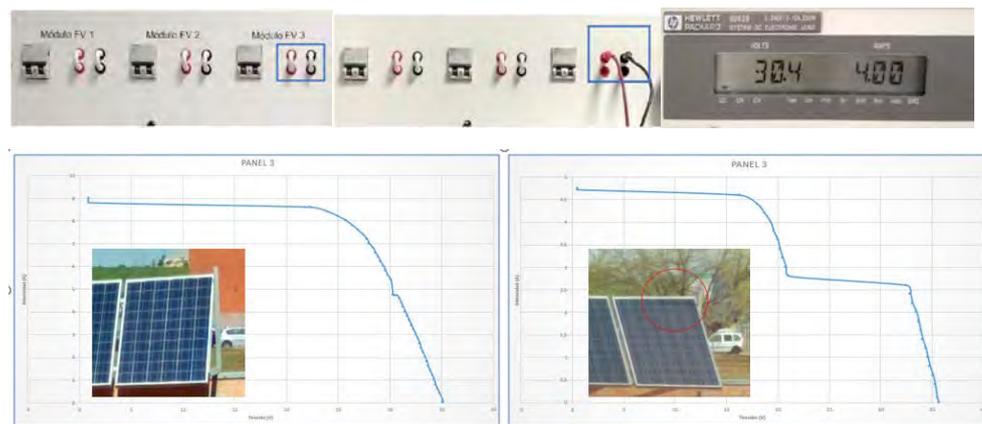
La monitorización de la instalación con conexión a red se realiza a través del portal “*enlighten Manager*” (gracias al portal de comunicaciones “*Envoy*” y los puentes de comunicación), pudiéndose obtener datos del funcionamiento de la misma como estado de los inversores, potencia instantánea generada (tanto total como por microinversor), energía generada, etc. A esta información se puede acceder desde cualquier punto con conexión a internet, *lo que supone una herramienta muy importante a la hora de explicar en clase este tipo de instalaciones.*

## Trabajo Desarrollado y resultados

El banco de ensayo construido será utilizado en las prácticas de la asignatura “*Generación Eléctrica con Energías Renovables*” de 4º Curso del Grado en Ingeniería Eléctrica, a partir del próximo curso. Será entonces cuando podamos constatar y documentar la validez del mismo como importantísima herramienta para la adquisición de las competencias prácticas

Banco de ensayos para instalaciones de autoconsumo fotovoltaico aisladas y/o conectadas a red.

de los alumnos en esta materia. En la figura 2 se muestra la forma de aislar un módulo fotovoltaico para realizar su caracterización así como la curva característica obtenida, en condiciones normales y con sobramiento parcial del mismo. Es solo una de las aplicaciones.



**Figura 2. Operación del banco y caracterización del módulo fotovoltaico 3 sin sombra y con sombreamiento parcial.**

## Conclusiones

El banco de ensayo construido y descrito en este trabajo supondrá, sin ninguna duda, una herramienta muy versátil para desarrollar prácticas de instalaciones de autoconsumo fotovoltaico, gracias a su facilidad de configuración. Por otra parte, al poder disponer de los datos de funcionamiento de la instalación a través del portal de comunicaciones “Envoy”, se pueden utilizar en clase los datos “en tiempo real” de este tipo de instalaciones.

## Referencias

*Real Decreto 900/2015*, de 9 de octubre, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas de las modalidades de suministro de energía eléctrica con autoconsumo y de producción con autoconsumo. (BOE de 10-10-15).

*Real Decreto-ley 1/2012*, de 27 de enero, por el que se procede a la suspensión de los procedimientos de preasignación de retribución y a la supresión de los incentivos económicos para nuevas instalaciones de producción de energía eléctrica a partir de cogeneración, fuentes de energía renovables y residuos.

<http://www.atersa.es/Common/pdf/atersa/manuales-usuario/modulos-fotovoltaicos/Ficha%20Tecnica%20A-240P%20-%20A-250P%20Ultra.pdf>

[https://enphase.com/sites/default/files/Envoy\\_DS\\_ES\\_60HZ.pdf](https://enphase.com/sites/default/files/Envoy_DS_ES_60HZ.pdf)

<https://enphase.com/sites/default/files/downloads/support/M250-M215-QIG-ES-web.pdf>



## Diseño de Mini-videos y Mini-audios Esenciales para el Seguimiento óptimo de las Asignaturas y la Prevención de su Abandono

Eva M. Rubio<sup>a</sup>, Marta M. Marín<sup>b</sup>, Juan Claver<sup>c</sup> y Rosalía Villar<sup>d</sup>

Departamento de Ingeniería de Construcción y Fabricación, UNED, C/Juan del Rosal 12, E28040-Madrid, <sup>a</sup>erubio@ind.uned.es; <sup>b</sup>mmarin@ind.uned.es; <sup>c</sup>jclaver@ind.uned.es; <sup>d</sup>rvillar45@alumno.uned.es

---

### **Abstract**

*This work shows how to design mini-videos and mini-audios, with the necessary and sufficient information so that university students that follow a distance methodology, know the activities that are essential to overcome the different subjects, as well as their concrete dates of realization and delivery.*

**Keywords:** *premature abandonment, essential information for followment of subjects, engineering, distance methodology, mini-audios, mini-videos*

---

### **Resumen**

*Este trabajo muestra cómo diseñar mini-videos y mini-audios, con la información necesaria y suficiente para que los estudiantes universitarios que siguen una metodología a distancia, conozcan las actividades que son esenciales para superar las diferentes materias, así como sus fechas concretas de realización y entrega.*

**Palabras clave:** *abandono prematuro, información esencial para el seguimiento, ingeniería, metodología a distancia, mini-audios, mini-videos*

### **Introducción, Justificación y Objetivos**

En el ámbito de la Ingeniería las asignaturas suelen requerir un alto grado de dedicación y estudio, por parte de los estudiantes; debido a la dificultad intrínseca de los conceptos que se manejan en ellas. Además, debido a la rapidez con que avanzan las nuevas tecnologías, los equipos docentes de las asignaturas con un fuerte carácter técnico, han de ir incorporando en sus programas contenidos y actividades que permitan a los estudiantes acceder a las últimas tendencias que aparecen, para formarlos adecuadamente. Esto suele conllevar la realización de diversas actividades que hay que ir haciendo y entregando a lo largo del curso en fechas concretas. La mayoría de las veces el calendario de las tareas y actividades que han de realizar los estudiantes es conocido con antelación a la impartición de las asignaturas y puede ser recogidas y publicado en las *Guías* de las asignaturas junto con el resto

*26 Congreso Universitario de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas (2018)*

de información importante referente a la misma. Otras veces, se trata de actividades incluidas posteriormente a la publicación de dichas *Guías* y, en estos casos, las fechas de realización y entrega son comunicadas a los estudiantes a través del curso virtual de la asignatura.

La experiencia acumulada, por parte de los autores en la impartición de la enseñanza universitaria a distancia, demuestra que muchos estudiantes no leen, o no con suficiente atención, la *Guía* de las asignaturas y no entran con la asiduidad deseada en los cursos virtuales; lo que les lleva a no realizar un adecuado seguimiento de las mismas; perdiendo, en ocasiones, la posibilidad de entregar tareas a tiempo o de realizar las prácticas de laboratorio en las fechas previstas. Todo ello conlleva, en muchos casos, a la imposibilidad de superar la asignatura y a su abandono prematuro. El objetivo que aquí se plantea es el de diseñar mini-videos y mini-audios con la información esencial (esto es, la necesaria y suficiente) para que los estudiantes de asignatura impartidas con metodología a distancia conozcan las actividades que son esenciales para superar la asignatura, así como sus fechas de realización.

### **Trabajos Previos**

Desde los años 70 del siglo pasado en que aparecen los primeros grabadores de vídeo hasta la actualidad, han sido muchas las aplicaciones docentes que se les ha dado a los vídeos; existiendo una gran variedad de tipos distintos (documentales, narrativos, lecciones magistrales, vídeos de apoyo, motivadores e interactivos, por citar solo los más relevantes) así como de usos que pueden darse a los mismos (García, 2014). Existen distintos estudios sobre el diseño, aplicación y eficacia de los mismos (Pascual, 2011). Un aspecto importante, además de los contenidos recogidos en el vídeo, es su duración; ya que algunos autores apuntan a que la atención disminuye rápidamente a partir de los cinco minutos de visualización (Pérez *et al.*, 2015).

### **Metodología**

Se va a mostrar aquí la metodología seguida para llevar a cabo el diseño, desarrollo, aplicación, evaluación y mejora de mini-videos y mini-audios esenciales así como para medir el grado de aceptación y efectividad de los mismos entre los estudiantes. Para optimizar recursos, se parte de la idea de realizar primero los mini-videos y, posteriormente, extraer de ellos el mini-audio. Se propone seguir la siguiente metodología de trabajo:

- **Diseño:** Determinar las asignaturas para las que se van a desarrollar los mini-videos y mini-audios. Seleccionar, entre ellas, las que se consideren más adecuadas para realizar el estudio, ya sea por el número de estudiantes, el número de actividades propuestas a lo largo del curso, procedimiento de evaluación que sigue, etc. Tomar la *Guía* de cada una de las asignaturas seleccionadas. Identificar, de la información recogida en ella, la que se considere necesaria y suficiente para poder seguir adecuadamente la asignatura. Realizar un guion con la información esencial que será el mismo para el mini-video que pa-

ra el mini-audio. Crear imágenes sobre las que se apoyará el guion. Diseñar distintas estrategias de filmación.

- **Desarrollos y validación previa:** Realizar la grabación de los distintos tipos de estrategias propuestos en el punto anterior. Preparar cuestionarios sobre distintos aspectos tanto de la parte visual como de la auditiva de las grabaciones realizadas que permitan evaluar el grado de aceptación y efectividad de las mismas. Llevar a cabo la evaluación sobre la aceptación y efectividad de las grabaciones antes mencionadas, mediante proyecto piloto de participación voluntaria por parte de los estudiantes. Seleccionar la estrategia que resulte mejor valorada.
- **Aplicaciones:** Realizar los vídeos de todas las asignaturas siguiendo la estrategia seleccionada en el punto anterior. Realizar nuevamente la consulta ahora ya de manera generalizada a los estudiantes de todas las asignaturas pidiéndoles que indiquen, además de los puntos a valorar en el cuestionario, tantas sugerencias y comentarios como crean oportunos sobre el material creado.
- **Evaluación y mejora:** Recoger y evaluar los resultados de los cuestionarios y analizar las posibilidades de incorporar los comentarios y sugerencias que pueda haber para cada una de las asignaturas. Realizar la grabación final de los mini-vídeos y los mini-audios.

### Aplicaciones y Principales Resultados

En este caso, se ha determinado realizar mini-vídeos y mini-audios esenciales para las asignaturas “Ingeniería de Procesos de Mecanizado” e “Ingeniería de Procesos Avanzados de Fabricación” del Máster Universitario en Ingeniería Avanzada de Fabricación de la Universidad Nacional de Educación a Distancia. Ambas son obligatorias para todos los estudiantes del Máster y tienen, por tanto, un número de estudiantes suficiente para que, incluso con el carácter voluntario con el que se plantea la participación inicial de los estudiantes en la evaluación de los materiales desarrollados, se espera que el número de participantes sea suficiente como para que la información que proporcionen los cuestionarios sea suficientemente concluyente. Además, tienen distinto procedimiento de evaluación; lo que va a permitir ver las necesidades concretas de uno y otro tipo en base a la atención que prestan los estudiantes a las distintas actividades planteadas en uno y otro caso.

La asignatura, “Ingeniería de Procesos de Mecanizado”, tiene un sistema de evaluación basado en unas *Pruebas de Evaluación Continua* que consisten en la realización de una serie de actividades que han de ser recogidas de manera escrita en una *Memoria* y, además, algunas de ellas han de ser presentadas de forma oral a través de una presentación en PowerPoint con audio denominada *Prueba personal*. La asignatura, “Ingeniería de Procesos Avanzados de Fabricación”, basa su evaluación en una *Prueba presencial* (examen) así como en unas *Pruebas de Evaluación Continua*.

Siguiendo los pasos del apartado de Diseño de la Metodología expuesta en el punto anterior, se ha partido de las *Guías* de las asignaturas mencionadas, se ha elaborado un guion con información esencial para poder seguir cada una de ellas con garantías de éxito, se han

*Diseño de Mini-videos y Mini-audios Esenciales para el Seguimiento Óptimo de las Asignaturas y la Prevención de su Abandono*

desarrollado figuras y esquemas que recogen la información mencionada y se han planteado las diferentes estrategias de filmación y audio como las mostradas en la Figura 1.

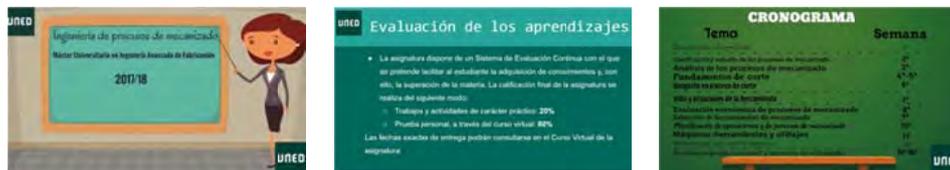


Figura 1. Diferentes diseños y estrategias de filmación.

Adicionalmente, se han elaborado unos cuestionarios de valoración (figura 2) sobre el diseño de los mini-videos y mini-audios que serán enviados a los estudiantes que, de manera voluntaria, quieran participar en el proyecto piloto de diseño de materiales didácticos presentado.



Figura 2. Cuestionarios de valoración de los desarrollos.

## Conclusiones

Este el presente trabajo se ha propuesto una metodología para llevar a cabo el diseño, desarrollo, aplicación, evaluación y mejora de mini-videos y mini-audios esenciales para el seguimiento efectivo de asignaturas impartidas con la metodología a distancia. En concreto, se han presentado los pasos a seguir para llevar a cabo el diseño de este tipo de recursos didácticos aplicados a dos asignaturas del Máster Universitario de Ingeniería Avanzada de Fabricación de la Universidad Nacional de Educación a Distancia.

## Referencias

- García M.A., (2014). *Uso instruccional del video didáctico*. Revista de Investigación 81(38) pp. 43-68.
- Pascual M. A. (2011). *Principios pedagógicos en el diseño y producción de nuevos medios, recursos y tecnologías*. Medios, recursos didácticos y tecnología educativa. Pearson Educación, Madrid, pp.177-192.
- Pérez E., Rodríguez J., García M. (2015). *El uso de mini-videos en la práctica docente universitaria*. Revista de Educación Mediática y TIC 4(2) pp.51-70.



## Aplicación interactiva on-line para el aprendizaje del fenómeno del pandeo en elementos metálicos sometidos a compresión simple

Andrés Lapuebla-Ferri<sup>a</sup>, Fernando Giménez-Palomares<sup>b</sup>, Antonio-José Jiménez-Mocholí<sup>c</sup>, Ana Espinós-Capilla<sup>d</sup> y Juan A. Monsoriu<sup>e</sup>

<sup>a</sup>Departamento de Mecánica de los Medios Continuos y Teoría de Estructuras, Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales, [anlafer0@mes.upv.es](mailto:anlafer0@mes.upv.es), <sup>b</sup>Departamento de Matemática Aplicada, Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales, [fgimenez@mat.upv.es](mailto:fgimenez@mat.upv.es), <sup>c</sup>Departamento de Mecánica de los Medios Continuos y Teoría de Estructuras, Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales, [ajimene@mes.upv.es](mailto:ajimene@mes.upv.es) y <sup>d</sup>Departamento de Mecánica de los Medios Continuos y Teoría de Estructuras, Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales, [asespinos@mes.upv.es](mailto:asespinos@mes.upv.es) <sup>e</sup>Departamento de Física Aplicada, Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño, [jmonsori@fis.upv.es](mailto:jmonsori@fis.upv.es). Universitat Politècnica de València. Camino de Vera, s/n. 46022 València, España.

---

### **Abstract**

*Buckling is an instability phenomenon that can appear in slender structural elements when subjected to compression. The design of structural elements must satisfy that, under the acting solicitations, this undesirable situation does not appear. In the case of steel structures, which are more sensitive to this phenomenon, the buckling resistance check is carried out as prescribed by current regulations. This paper presents a virtual laboratory that, developed as an on-line application, serves mainly as a self-learning tool for students of subjects related to the analysis of steel structures.*

**Keywords:** *virtual laboratory, on-line application, steel structure, buckling.*

---

### **Resumen**

*El pandeo es un fenómeno de inestabilidad que puede aparecer en elementos estructurales esbeltos cuando están sometidos a compresión. El diseño de elementos estructurales debe satisfacer que, bajo las solicitaciones actuantes, no aparezca esta situación indeseable. En el caso de las estructuras de acero, que son más sensibles frente a este fenómeno, la comprobación de la resistencia a pandeo se realiza según lo prescrito por la normativa vigente. En este trabajo se presenta un laboratorio virtual que, desarrollado como aplicación on-line, sirva principalmente como herramienta de autoaprendi-*

*Aplicación interactiva on-line para el aprendizaje del fenómeno del pandeo en elementos metálicos sometidos a compresión simple*

*zaje a los estudiantes de asignaturas relacionadas con el análisis de estructuras metálicas.*

**Palabras clave:** *laboratorio virtual, aplicación on-line, estructura de acero, pandeo.*

## **Introducción, Justificación y Objetivos**

El *agotamiento de la resistencia* de un elemento estructural puede aparecer cuando en un punto del elemento la tensión máxima causada por las solicitaciones actuantes supera la tensión máxima admisible del material.

El *pandeo* es un fenómeno que, eventualmente, puede aparecer en elementos estructurales sometidos a compresión, principalmente en piezas esbeltas. Se traduce en la aparición de deformaciones excesivas que causan la inestabilidad del elemento. El pandeo puede aparecer a niveles de tensión inferiores a los del agotamiento. Los estudios desarrollados hacia finales del siglo XX pusieron en evidencia que la denominada *imperfección elástica* de un elemento estructural (debida a la falta de rectitud o las tensiones residuales en el proceso de fabricación de los perfiles, entre otros aspectos) jugaba un papel preponderante en la resistencia a pandeo de un elemento. La formulación de la normativa vigente<sup>1</sup> para el cálculo de la resistencia a pandeo tiene en cuenta dicha imperfección.

Dentro de este contexto, en el presente trabajo se describe el laboratorio virtual *Pandeo*, desarrollado como aplicación on-line para apoyar el proceso de enseñanza y aprendizaje de este fenómeno en asignaturas de cálculo estructural en las titulaciones actuales de grado. En particular, los *objetivos* del laboratorio virtual son: analizar la influencia que tiene la imperfección elástica en la resistencia a pandeo y comparar los diferentes resultados obtenidos con el empleo de la formulación de la normativa y con la teoría de Euler.

## **Trabajos Relacionados**

Los autores reúnen una amplia experiencia en el desarrollo de laboratorios virtuales para facilitar el proceso de enseñanza-aprendizaje de asignaturas de grado y de máster, concretamente las relacionadas con las materias *Elasticidad*, *Resistencia de Materiales* (Jiménez-Mocholí y otros, 2013) y *Estructuras de Hormigón* (Lapuebla-Ferri y otros, 2017).

---

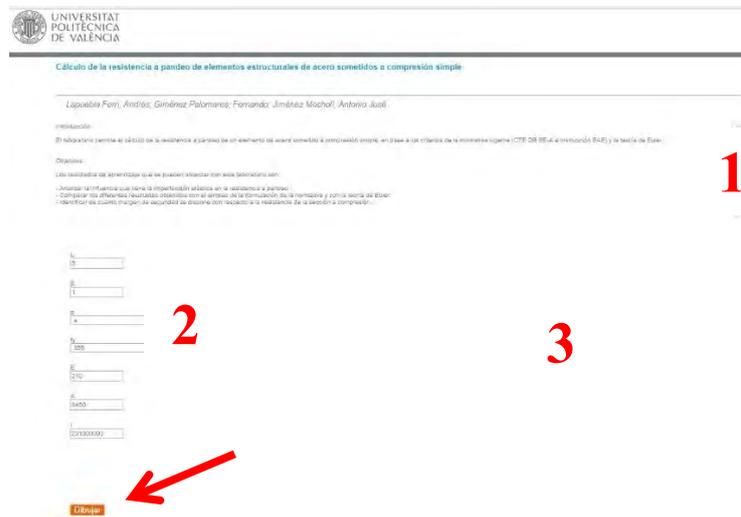
<sup>1</sup> La comprobación de resistencia a pandeo se verifica de igual modo en las dos normativas vigentes en España: CTE DB SE-A – Código Técnico de la Edificación. Documento Básico. Seguridad Estructural: Acero – (Ministerio de Fomento, 2006) y la Instrucción EAE – Estructuras de Acero Estructural – (Ministerio de Fomento, 2011).

Estos laboratorios han sido programados en el lenguaje propio del software Matlab (The Mathworks, 2015).

### Experimentación / Trabajo Desarrollado

Al laboratorio virtual *Pandeo* se accede a través de un navegador web cualquiera de ordenador, tablet o móvil, mediante un enlace facilitado a tal efecto (Figura 1). En su interfaz se aprecian 3 campos diferenciados.

Figura 1 Interfaz de usuario del laboratorio virtual *Pandeo*



1. *Campo descriptivo*, en el que se describe el laboratorio virtual, sus objetivos y las instrucciones para su manejo.
2. *Parámetros de entrada*.
3. *Ventana de salida*. En la que se muestran los resultados del laboratorio virtual tras introducir los datos de entrada y hacer clic en el botón *Dibujar*.

Un ejemplo de uso del laboratorio virtual se desarrolla en la sección siguiente.

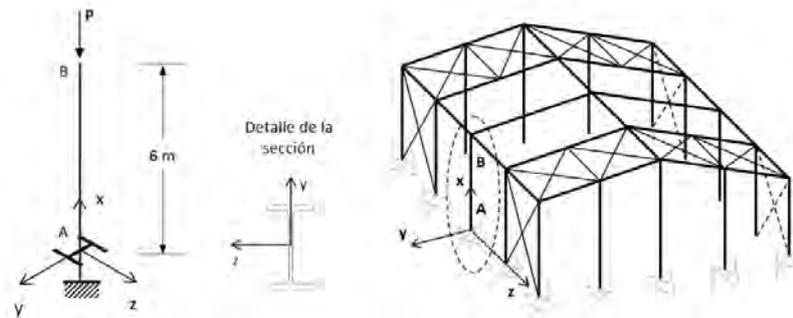
### Principales Resultados

Se pretende comprobar a pandeo el pilar **A-B** de una nave industrial (Figura 2). El pilar está constituido por un perfil normalizado IPE 400 ( $E = 210 \text{ GPa}$ ;  $f_y = 275 \text{ MPa}$ ;  $A = 84,50 \text{ cm}^2$ ;  $I_z = 23130 \text{ cm}^4$ ;  $I_y = 1320 \text{ cm}^4$ ) solicitado por un esfuerzo axial de compresión  $N_{Ed} = 2000 \text{ kN}$ . Puede asumirse que la base del pilar (extremo **A**) se considera perfectamente empotrada; en el plano del pórtico ( $xy$ ), la cabeza **B** se considera **articulada** a la

Aplicación interactiva on-line para el aprendizaje del fenómeno del pandeo en elementos metálicos sometidos a compresión simple

jácena y no hay impedimento alguno a su desplazamiento en la dirección del eje  $y$ ; en el plano de la fachada lateral ( $xz$ ), la estructura está arriostrada.

Figura 2 Enunciado del ejercicio propuesto

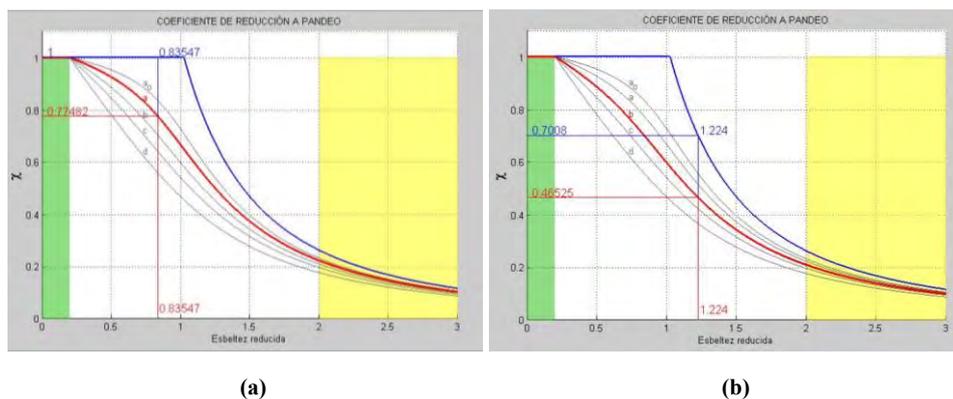


A partir de los datos del enunciado, se rellena la Tabla 1:

Tabla 1 Datos del ejercicio (entradas del laboratorio virtual)

Plano	$\beta$	Eje de flexión	Curva de imperfección	$I$ (cm <sup>4</sup> )
xy (pórtico)	2	Eje z	a	23130
xz (lateral)	0,7	Eje y	b	1320

Figura 3 Resultados obtenidos del ejercicio con el laboratorio virtual *Pandeo*. (a) Plano xy (plano del pórtico). (b) Plano xz (plano de la fachada lateral).



Si se introducen los datos de entrada en el laboratorio virtual para cada plano de pandeo, su ejecución muestra el aspecto de la Figura 3. Según los datos del laboratorio virtual, la *resistencia plástica* de la sección (esfuerzo axial de compresión para el cual la tensión máxima es

igual a la admisible) es  $N_{pl,Rd} = 2213,09$  kN. En la Figura 4a, el coeficiente de reducción es  $\chi = 0,775$  en el plano  $xy$ , y  $\chi = 0,465$  en el plano  $xz$ . Se concluye que *el pilar padea en el plano  $xz$* . La resistencia a pandeo es  $N_{b,Rd} = 1029,64$  kN  $< N_{Ed} = 2000$  kN, luego el pilar *no cumple a pandeo*.

La región coloreada de verde corresponde a esbelteces reducidas inferiores a 0,2. Para estos casos, la normativa indica que no es necesaria la comprobación a pandeo ( $\chi = 1$ ). Por el contrario, la normativa especifica unos límites para la esbeltez reducida: 2 para los elementos principales y 3 para los secundarios. Esta es la zona coloreada de amarillo. Por último, la curva de azul corresponde a la hipérbola de Euler. Como puede observarse, la teoría de Euler sobreestima la resistencia a pandeo de un elemento estructural, ya que, dada una esbeltez reducida, el coeficiente de reducción es superior al obtenido a partir de las curvas de imperfección, especialmente con valores bajos de esbeltez. De hecho, la resistencia a pandeo según Euler es de 1551 kN en el plano  $xz$ .

## Conclusiones

En este trabajo se ha explicado el laboratorio virtual *Pandeo*, cuya utilidad principal es la comprobación de elementos estructurales frente al pandeo, aunque también puede emplearse en el proceso de dimensionado de nuevas estructuras. Se ha diseñado para ser empleado como herramienta de apoyo a los procesos de enseñanza y aprendizaje de las materias en las que se precise conocer la fenomenología del pandeo.

## Referencias

- Infante Jiménez C. (2014). Propuesta pedagógica para el uso de laboratorios virtuales como actividad complementaria en las asignaturas teórico-prácticas. *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, 19 (62), 919-937.
- Jiménez-Mocholí A. J., Giménez-Palomares F., Lapuebla-Ferri A. (2013). Círculos de Mohr: un laboratorio virtual para la enseñanza y el aprendizaje de estados tensionales planos. *Modelling in Science Education and Learning*, 6(1)(12). 157-171.
- Lapuebla-Ferri A., Giménez-Palomares F., Jiménez-Mocholí A. J., Juan A. Monsoriu (2017). Aprendizaje interactivo de los dominios de deformación de elementos de hormigón armado. *25 CUIEET (Congreso Universitario de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas)*. Badajoz, España. 2017.
- Ministerio de Fomento (2006). *Código Técnico de la Edificación*. Centro de Publicaciones, Secretaría General Técnica, Ministerio de Fomento. Madrid, España.
- Ministerio de Fomento (2011). *Instrucción de Acero Estructural (EAE)*. Centro de Publicaciones, Secretaría General Técnica, Ministerio de Fomento. Madrid, España.
- The Mathworks (2015). *Matlab R2015a user's manual*. The Mathworks. Natick, MA, EEUU.



## Evaluación Continua, Compartida y Progresiva aplicada al Grado de Ingeniería. Caso de estudio.

Antonio Ortega<sup>a</sup>, Eduardo Roses<sup>a</sup>, Iván Patrao<sup>a</sup> y Juan José Cabezas<sup>a</sup>

<sup>a</sup>Florida Centre de Formació, C/Rei en Jaume I, N°2, Catarroja (Valencia), España,

[aortega@florida-uni.es](mailto:aortega@florida-uni.es), [eroses@florida-uni.es](mailto:eroses@florida-uni.es), [ipatrao@florida-uni.es](mailto:ipatrao@florida-uni.es), [jjcabezas@florida-uni.es](mailto:jjcabezas@florida-uni.es)

---

### **Abstract**

*The skills and competences development in university degrees has required updating the teaching-learning process with new tools and strategies. The Continuous Coparticipative and Progressive Evaluation (ECCP) is academically supported as an ideal option. This paper shows the experience of applying the ECCP to the subject "Control Techniques" of the Industrial Electronic and Automatic Engineering Degree. In order to properly develop the ECCP, existing activities were adapted and additional assessment instruments were incorporated. To evaluate this implantation, a comparison of the academic results and students learning satisfaction has been made for recent years. The data obtained show a considerable improvement of the academic results as well as the decrease of the students not presented. The students satisfaction reveals a motivational factor and the subject commitment that make the ECCP an optimal methodology for engineering studies.*

**Keywords:** Continuous evaluation, Co-evaluation, Permanent learning, Engineering.

---

### **Resumen**

*El desarrollo de competencias en titulaciones universitarias ha requerido la actualización del proceso de enseñanza-aprendizaje con nuevas herramientas y estrategias. La Evaluación Continua Coparticipativa y Progresiva (ECCP) está avalada académicamente como una opción idónea. En este trabajo se muestra la experiencia de aplicación de la ECCP a la asignatura "Técnicas de Control" de la titulación de Ingeniería Electrónica Industrial y Automática. Con objeto de desarrollar adecuadamente la ECCP se adaptaron actividades ya existentes e incorporaron instrumentos de evaluación adicionales. Para evaluar dicha implantación se ha realizado una comparativa de resultados académicos y satisfacción del aprendizaje por parte del alum-*

*nado en estos últimos años. Los datos obtenidos muestran una mejora considerable de los resultados académicos así como el descenso del alumnado no presentado. La satisfacción de los alumnos revela un factor motivador y de compromiso hacia la asignatura que hace de la ECCP una metodología óptima para estudios de ingeniería.*

**Palabras clave:** *Evaluación continua, Co-evaluación, Aprendizaje permanente, Ingeniería.*

### **Introducción, Justificación y Objetivos**

En los últimos años, el desarrollo de competencias se ha postulado como eje vertebrador de los planes de estudios de la totalidad de titulaciones universitarias. Este hecho ha conllevado la necesaria actualización del proceso de enseñanza-aprendizaje, donde se propician escenarios en los que el alumno pasa a ser protagonista principal y el docente sirve de dinamizador para la consecución de los objetivos marcados. En este contexto, la incorporación de las tecnologías de la información y de la comunicación (TICs) y la puesta en marcha de métodos como el aprendizaje basado en proyectos (ABP)(Moust, 2007) o la flipped classroom (Santiago, 2017) se han revelado como herramientas altamente eficaces para el desarrollo de competencias.

Paralelamente a la incorporación de los aspectos señalados anteriormente, la renovación e incorporación de nuevas herramientas y estrategias de evaluación también ha sido necesaria. En este ámbito, la evaluación continua, entendida como el seguimiento de la actividad del proceso enseñanza aprendizaje es indispensable hoy en día para valorar el grado de desempeño del alumnado, y para ser eficaz, debe basarse en tres pilares básicos: continuidad, coparticipación y progresividad.

En el presente trabajo se muestra la experiencia de aplicación de Evaluación Continua Coparticipativa y Progresiva (ECCP) a la asignatura “Técnicas de Control” perteneciente al tercer curso de Ingeniería Electrónica Industrial y Automática. Se detallarán tanto la planificación del curso, como los instrumentos de evaluación adaptados y los incorporados a la asignatura. También se realizará un análisis cuantitativo y cualitativo de los resultados académicos registrados tras haber aplicado dichos instrumentos.

### **Trabajos Relacionados**

Desde el año 2000 se viene aplicando la evaluación ECCP en la facultad de Bellas Artes de Granada. Los principales resultados derivados de la aplicación de esta metodología evaluativa han sido recogidos en el libro “El proceso de evaluación en Bellas Artes” (Comunale, 2004). También se ha realizado un estudio titulado “Datos estadísticos sobre la evaluación” donde se analizan los indicadores más relevantes respecto de la aplicación del ECCP a 11 grupos entre los años 2000 y 2007.

Desde el año 2010, en los Grados de Ingeniería de Florida Universitaria, como parte de la evaluación de competencias transversales, se implantó una metodología de trabajo que implicaba a todas las asignaturas que comparten un mismo curso y semestre. Esta metodología responde al nombre de *Proyecto Integrado* (PI), se basa en el ABP y fomenta el trabajo colaborativo, interdisciplinar y transversal. El PI (Ortega, 2013) se desarrolla a lo largo de los dos semestres de cada uno de los cursos que componen el plan de estudios requiriendo el trabajo continuo, progresivo y coordinado de las asignaturas para alcanzar los objetivos propuestos.

El año pasado se presentó en el XXV Cuieet una experiencia de evaluación ECCP que se recoge en el presente trabajo para la asignatura de Electrónica de Potencia (Roses, 2017).

### **Experimentación / Trabajo Desarrollado**

En cuanto a la planificación del curso de Técnicas de control, desde primer momento se informó al alumnado, tanto en la guía docente como en la presentación de la asignatura, del calendario de eventos (actividades, evaluaciones, etc...) con el objetivo de concienciar al alumnado de la temporalización del curso y permitirle gestionarse de manera adecuada.

Para desarrollar adecuadamente la evaluación ECCP se adaptaron actividades ya existentes, concretamente pruebas escritas (PEs) e informes de prácticas de laboratorio (IPs), modificando el peso porcentual, la extensión, la modalidad de ejecución e incorporando preguntas cualitativas que permitan al alumnado expresar fenómenos observables, deducciones y conclusiones técnicas derivadas.

Se realizaron en el aula un total de tres PEs de carácter individual y voluntario, con un peso del 20% sobre el total de la nota, donde el alumnado afrontaba la resolución de uno o dos problemas vinculados a los principios teóricos vistos en clase hasta el momento de la prueba. Esto permite al alumnado realizar un seguimiento continuo de su evolución y de la asignatura.

Los IPs son informes o memorias que recogen las evidencias del aprendizaje empírico (vinculado al desarrollo de habilidades). El alumno dispone de guiones de las sesiones de laboratorio con indicaciones para el correcto desarrollo. Se realizan en equipos de dos personas, son de carácter obligatorio y su contribución a la nota final es de un 20%.

Por otra parte, en la asignatura se incluyeron dos instrumentos de evaluación adicionales, en concreto, test de conocimientos (TCs) y actividades progresivas-coparticipativas (APs).

Los TCs son pruebas individuales de 10 preguntas tipo test disponibles a través de la plataforma virtual basada en Moodle. Se ha realizado un test por cada tema, su nota media ha supuesto un peso porcentual del 15% sobre el total de la nota. Esto orienta al alumnado sobre su grado de desempeño respecto a cada uno de los temas, permitiéndole reforzar las partes más débiles. Como apoyo a estas pruebas se propone la elaboración individual de

cinco cuestiones multirespuesta por parte del alumnado que, tras validación por parte del profesorado, podrán pasar a formar parte del banco de preguntas para futuros cursos. También se utilizó una aplicación en línea (Socrative) que fomenta el trabajo colaborativo en su modalidad por equipos competitiva, que resulta atractiva al alumnado.

El siguiente instrumento de evaluación se basa en el diseño de APs (actividades coevaluadas, realimentadas y de mejora progresiva). Se trata de una serie de actividades grupales (ejercicios, trabajos, informes...) que suponen hasta un 20% sobre la nota final de la asignatura. Para la evaluación progresiva se informa de la fecha de inicio de la actividad y se establece una fecha tope de presentación. Una vez entregadas las actividades, se abre un periodo de coevaluación entre compañeros que, además de calificarla, aportarán realimentación para, finalmente, establecer una nueva fecha de entrega opcional con las correcciones o mejoras que se crean convenientes. Las APs están secuenciadas a lo largo del curso, contemplándose tres tipos diferenciados de actividad: problemas, exposiciones orales o trabajos de investigación.

### **Principales Resultados**

Se ha realizado una comparativa de los resultados académicos obtenidos en la asignatura “Técnicas de control” desde el curso 15/16 hasta el 17/18. Estos resultados presentados corresponden únicamente a la convocatoria ordinaria de la asignatura (pues esta donde se aplica la evaluación ECCP).

En cuanto a la evolución de los resultados académicos de los cursos analizados (Figura 1), se vislumbra una mejoría en los dos últimos cursos (se aplicó la evaluación ECCP) frente al curso 2015/16 (no se aplicó la evaluación ECCP). El número de aprobados aumenta significativamente en cantidad y calidad (mejores calificaciones).

**Figura 1. Evolución de resultados académicos para los cursos de 2015/16 a 2017/18.**



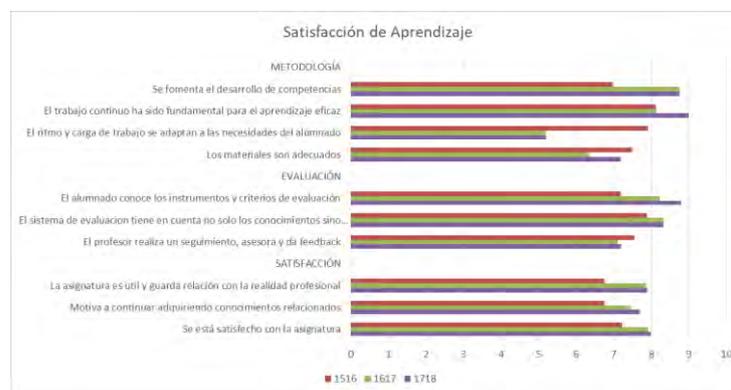
En cuanto a la percepción del alumnado respecto a la asignatura se han analizado tres bloques: metodología aplicada, evaluación y satisfacción con la asignatura. En el bloque de

metodología, la percepción del alumnado destaca respecto al desarrollo de competencias y el trabajo continuo desde que se aplica el ECCP, pero de la misma manera el alumnado piensa que el ritmo de trabajo es demasiado exigente.

Respecto a los ítems referidos a la evaluación, en los cursos 16/17 y 17/18, la satisfacción del alumnado se ha incrementado notablemente, pese a que en el curso 15/16, donde no se había aplicado la evaluación ECCP, los valores ya eran bastante elevados.

El grado de satisfacción sobre la asignatura por parte del alumnado aumenta hasta valores próximos al 8 sobre 10, lo que se considera un valor bastante bueno.

**Figura 2. Resultados comparativos para encuestas de satisfacción de la asignatura para los cursos de 2015/16 a 2017/18.**



## Conclusiones

Los resultados académicos de los dos cursos donde se ha aplicado la evaluación ECCP mejoran los del curso 2015/16. Llama la atención el descenso importante de no presentados, lo que puede explicarse debido a que esta metodología actúa como factor motivador y evita la desconexión del alumnado de la asignatura.

En cuanto a la percepción del alumnado de una excesiva carga de trabajo, puede deberse, en parte, a falta de costumbre del alumnado al trabajo continuo. No obstante también puede ser un indicativo de que deben revisarse las actividades planteadas durante el curso y valorar el volumen de trabajo que supone para el alumnado.

De la valoración de la evaluación por parte del alumnado se deriva una necesidad de mejora en el proceso de realimentación profesor-alumno, por lo que se debe aumentar la cantidad de información proporcionada y/o hacerla más útil.

Por último, en lo referente al grado de satisfacción del alumnado con asignatura, el incremento desde que se implementó la evaluación ECCP es patente en todos los ítems.

*Evaluación Continua, Compartida y Progresiva aplicada al Grado de Ingeniería. Caso de estudio.*

Por todo lo anterior, se puede concluir que la evaluación ECCP es adecuada y muy satisfactoria, resultando una metodología de evaluación apropiada y que estimula al alumnado que cursa la asignatura.

## **Referencias**

- Comunale, N. (2004). *El proceso de evaluación en Bellas Artes*. Editorial Grupo HUM 731. ISBN: 84-688-8169-4
- Moust J.H.C., Bouhuijs P.A.J., Schmidt H.G. (2007). *El aprendizaje basado en problemas: Guía del estudiante*. Ediciones de la UCLM. ISBN-10: 848427540X
- Ortega A., Llorca J.J., Aznar M. (2013). *Proyecto Integrado en Tercer Curso de Grado de Ingeniería Mecánica e Ingeniería Electrónica Industrial y Automática*. XXI CUIEET. Unidad de Ingeniería de Florida Universitaria. Valencia. España.
- Roses E., Calvo C.J., Ortega A. (2017). *Experiencia de migración hacia la evaluación continua, compartida y progresiva para un curso universitario de electrónica de potencia*. . XXV CUIEET. Unidad de Ingeniería de Florida Universitaria. Valencia. España.
- Santiago R., Díez A., Andía L.A. (2017). *Flipped Classroom: 33 experiencias que ponen patas arriba el aprendizaje*. Editorial UOC, S.L. ISBN-10: 849116975X



## Diseño e implantación sistemática de evocaciones y de evaluación por rúbricas en Ingeniería Gráfica por medio de herramientas TIC

Juan Pablo Carrasco Amador<sup>a</sup>, José Luis Canito Lobo<sup>a</sup>, Alfonso Carlos Marcos Romero<sup>a</sup>,  
Diego Carmona Fernández<sup>b</sup>

<sup>a</sup>Departamento de Expresión Gráfica, Escuela de Ingenierías Industriales.  
Universidad de Extremadura ([jpcarrasco@unex.es](mailto:jpcarrasco@unex.es) / [jlcanito@unex.es](mailto:jlcanito@unex.es) / [acmarcos@unex.es](mailto:acmarcos@unex.es))

<sup>b</sup>Departamento de Ingeniería Eléctrica, Electrónica y Automática.  
Escuela de Ingenierías Industriales. Universidad de Extremadura ([dcarmona@unex.es](mailto:dcarmona@unex.es))

---

### **Abstract**

*Aware of the advantages that learning brings to the learning of strategies to evoke previous knowledge, as well as the advantages that contribute in the evaluation process, the rubrics or evaluation templates, the present teaching innovation work, focuses on the application of these strategies through ICT tools (Socrative and Moodle platform) in the subject of Graphic Engineering. Subject of second year of degrees in industrial branch engineering.*

*The main objectives of the work have been the improvement of learning through the systematic evocation of previous knowledge and through the evaluation through the use of rubrics as a training element. For this, it has been necessary a conscientious work of design of questionnaires and rubrics, adapted to the characteristics of the Graphic Engineering subject.*

**Keywords:** *Questionnaires, improvement learning, evaluation rubrics, evocations, Socrative, Graphic Engineering.*

---

### **Resumen**

*Conscientes de las ventajas que aportan al aprendizaje la aplicación de estrategias para evocar conocimientos previos, así como las ventajas que aportan en el proceso de evaluación, las rúbricas o plantillas de evaluación, el presente trabajo de innovación docente, se centra en la aplicación de estas estrategias por medio de herramientas TIC (Socrative y plataforma Moodle) en la asignatura de Ingeniería Gráfica, asignatura de*

*Diseño e implantación sistemática de evocaciones y de evaluación por rúbricas en Ingeniería Gráfica por medio de herramientas TIC*

*segundo curso de los grados en ingeniería de la rama industrial en la Escuela de Ingenierías Industriales de la Universidad de Extremadura.*

*Los objetivos principales del trabajo han sido la mejora del aprendizaje por medio de la evocación sistemática de conocimientos previos y por medio de la evaluación mediante el empleo de rúbricas como elemento formativo. Para ello, ha sido necesario un concienzudo trabajo de diseño de cuestionarios y de rúbricas, adaptadas a las características de la asignatura Ingeniería Gráfica.*

**Palabras clave:** *Cuestionarios, mejora aprendizaje, rúbricas de evaluación, Socrative, Ingeniería Grafica.*

## **Introducción, Justificación y Objetivos**

El presente trabajo de innovación docente se planteó en base a los resultados de números estudios científicos, en los que se ponen de manifiesto las ventajas que aporta al aprendizaje la aplicación de estrategias para evocar conocimientos previos, así como las ventajas y la gran utilidad que aportan en el proceso de evaluación las rúbricas o plantillas de evaluación.

El objetivo principal y la novedad del trabajo ha sido el diseño e implantación sistemática de evocaciones por medio de herramientas TIC y de la evaluación por rúbricas en Ingeniería Gráfica. Considerándose de gran interés su posible extensión futura a las asignaturas impartidas desde el Departamento de Expresión Gráfica en la Escuela de Ingenierías Industriales.

La asignatura de ingeniería gráfica permite al alumno adquirir competencias en el manejo de software de diseño gráfico 2D y 3D, para lo cual es necesario el desarrollo de capacidades y habilidades, e ineludiblemente unos conocimientos técnicos para dibujar planos de proyectos e instalaciones coherentes y acordes a la normativa.

El diseño e implantación sistemática de cuestionarios que permiten al profesor indagar, tanto los conocimientos previos que los alumnos tienen sobre cada tema, así como conocer el estado de aprendizaje de lo ya dado, favorecen el aprendizaje.

Los cuestionarios debían centrarse tanto en conocimientos académicos como en experiencia cotidiana, lo que contribuye a transmitir la aplicabilidad de los contenidos de la asignatura y evita concepciones erróneas por parte del alumnado.

Por su parte, la evaluación por medio de rúbricas permite facilitar una de las tareas más difíciles para el profesor, la evaluación, a la vez que se convierte en un elemento más formativo. Las rúbricas son guías de puntuación empleadas en la evaluación del desempeño de los estudiantes, con el objetivo de clarificar lo que se espera del trabajo del alumno y permitiendo valorar su ejecución y facilitar la proporción de feedback (retroalimentación) (Fernández, 2010). El objetivo de las rúbricas de evaluación es que se conviertan en una herramienta eficaz tanto para el profesor como para el alumno (Dodge 1997; Villalustre y del Moral, 2010). Y que permitan tanto la auto-evaluación como la co-evaluación. De esta manera el estudiante puede regular su propio aprendizaje y participar en su propia evaluación.

*Juan Pablo Carrasco Amador, José Luis Canito Lobo,  
Alfonso Carlos Marcos Romero, Diego Carmona Fernández*

Los objetivos específicos del trabajo realizado han sido:

- Diseño de cuestionarios.
- Diseño de rúbricas.
- Empleo de las rúbricas de evaluación como método formativo.
- Mejora del aprendizaje por medio de la evocación sistemática de conocimientos previos.
- Mejora del proceso de evaluación en Ingeniería Gráfica por medio del empleo de rúbricas.

### **Trabajos Relacionados**

Investigaciones con profesores de diversas áreas y niveles educativos han encontrado que los profesores que motivan y enseñan mejor, desarrollan ciertas estrategias para gestionar y contextualizar esta comunicación, para elaborar y apoyar la información nueva, así como para supervisar si el alumno la ha comprendido (Sánchez, Rosales y Cañedo, 1996, 1999; García y Montanero, 2004).

En la asignatura Ingeniería Gráfica, una parte importante de la misma es la denominada: Planos aplicados a la especialidad. Se basa en el trabajo realizado en las clases de grupo grande y en los seminarios, con la elaboración además de varios trabajos entregables, consistentes en la preparación de planos propios de la especialidad presente en un proyecto industrial.

Al tratarse en la asignatura contenidos muy relacionados con el ejercicio de la profesión de ingeniero, una estrategia útil es incorporar en los cuestionarios la representación gráfica real de esos elementos propios de construcciones, estructuras e instalaciones. Lo que permitirá una mejor identificación entre lo real y lo proyectado. Los cuestionarios deberán centrarse tanto en conocimientos académicos como en experiencia cotidiana, lo que seguro contribuirá a transmitir la aplicabilidad de los contenidos de la asignatura y evitará concepciones erróneas por parte del alumnado. Algo que se ha ido constatando en cursos anteriores y que por medio de la puesta en marcha de este proyecto se pretendía corregir. Además, el resultado tras una única experiencia el curso pasado, nos hizo ser optimistas y pensar que una práctica sistemática y continuada mejoraría notablemente el aprendizaje de los alumnos.

### **Experimentación / Trabajo Desarrollado**

Siendo conscientes de la importancia de la mejora de la calidad a partir de la revisión propia de la práctica docente, surge este proyecto de innovación. En el que el trabajo experimental ha consistido en:

a) Contando con la ayuda de herramientas TIC y la preparación sistemática de cuestionarios, innovar en la interacción educativa (gestión y contextualización: presentación del tema y evocaciones).

El control de los conocimientos previos presentes en los alumnos, así como el nivel de aprendizaje de lo ya dado, constituye un elemento clave en la calidad del aprendizaje.

En base a las experiencias de estudios previos, se han escogido concienzudamente el tipo de pregunta que mejor contribuya según el caso, a centrar el tema y los conocimientos previos de los alumnos, o a evocar recuerdos de lo aprendido.

Los cuestionarios debían ser fáciles de utilizar y generar un efecto positivo en el alumno. Pudiendo contemplar respuesta restringida o abierta. Ambos tipos de respuesta se han podido utilizar, si bien, la respuesta restringida se ha ajustado mejor, dados los contenidos de la asignatura de Ingeniería Gráfica.

b) Por medio de rúbricas de evaluación, se ha realizado una supervisión de manera continuada del aprendizaje. El uso de la rúbrica ofrece ventajas tanto al profesor como al alumno. Como instrumento de evaluación debe reunir las características de: validez, confiabilidad, practicidad y administrabilidad (de Camilloni, 1996). Y se dice que un instrumento de evaluación es válido cuando mide lo que se quiere evaluar con él. Sin duda, representa una herramienta para la evaluación objetiva y consistente.

Por su parte, para la correcta ejecución de este trabajo, ha sido necesario el desarrollo de:

- Diseño e implantación de los cuestionarios:

La herramienta TIC a emplear debía ser la que mejor se ajustase e hiciese posible la elaboración de cuestionarios a realizar al comienzo de las clases. Además, debía resultar pedagógica, de interés y atractiva tanto a profesores como a alumnos. Se testearon diversas opciones: la aplicación Socrative by Mastery Connect, Google-cuestionarios y la herramienta Moodle de la UEx. Finalmente se optó por la aplicación Socrative a nivel profesional, al reunir las características demandadas.

- Diseño de las rúbricas o matriz de evaluación:

Con el fin de evaluar las competencias adquiridas por los estudiantes de una manera sistematizada, objetiva y de proporcionar a los alumnos los criterios de evaluación para regular su propio proceso de aprendizaje.

## **Principales Resultados**

- Diseño de cuestionarios por medio de la aplicación Socrative adaptados a la asignatura de Ingeniería Gráfica: Han representado una estrategia de gestión y contextualización para evocar conocimientos, tanto previos (antes del inicio de un tema), como aprendidos (en sesiones previas). Se han elaborado 10 cuestionarios adaptados a los contenidos que se imparten durante el semestre. Los cuestionarios han permitido tanto una evaluación del grado de aprendizaje de lo “dado”, como una evaluación de los conocimientos previos por parte de los alumnos. Los cuestionarios han sido realizados por los alumnos al inicio de las sesiones.
- Diseño de rúbricas: Se han diseñado y elaborado rúbricas de evaluación como método de evaluación (autoevaluación y coevaluación) y escala del desempeño de las competencias. En total se han elaborado 12 rúbricas de evaluación adaptadas a las características de cada entregable por parte de los alumnos. Las rúbricas se elaboraron y pusieron a disposición de los alumnos a través de la plataforma Moodle, que permite una evaluación y una retroalimentación de las mismas de manera personalizada.

- Empleo de las rúbricas de evaluación como método formativo garantizando el éxito del proceso de aprendizaje. Al ser conocidas a priori, permitían al alumno conocer los aspectos de evaluación y su importancia.

Figura 1.1. Ejemplo de cuestionario elaborado con la aplicación Socrative

IG2018  03/13/2018

IG\_Cuestionario 3 Total de preguntas: 4

La mayoría de las respuestas correctas: #1 Menos respuestas correctas: #2

1. La imagen muestra un...

- 3/40  A sumidero
- 0/40  B imbornal de rejilla
- 34/40  C imbornal de buzón
- 3/40  D imbornal mixto de rejilla/buzón tipo II



2. En una instalación de alcantarillado, ¿qué es un emisario?

- 7/40  A Cada uno de los ramales de la red.
- 23/40  B Tramo de la red que no recoge acometidas.
- 3/40  C Elementos que incorporan a la red aguas de un edificio, nave, etc.
- 7/40  D Ninguna de las anteriores es correcta.

3. Los pozos de registros y las arquetas de inspección son visitables.

- 14/40  A True
- 26/40  B False

4. La imagen muestra un...

- 32/40  A Pozo de resalto
- 1/40  B Cámara de descarga
- 3/40  C Aliviadero
- 3/40  D Las respuestas anteriores son incorrectas



**Tabla 1.1. Ejemplo de rúbrica de evaluación elaborada**

**Rúbrica P4.1 Sección Calzada Listo: Rúbrica del plano 4.1 "Sección calzada".**

Plano a Escala 1:50

<b>Cartela</b>	Incompleta <i>0puntos</i>	Falta de algún campo <i>1puntos</i>	Correcta <i>2puntos</i>	Perfecta <i>4puntos</i>
<b>Márgenes</b>	No existen <i>0puntos</i>	Falta precisión <i>1puntos</i>	Correctos <i>2puntos</i>	Perfectos <i>3puntos</i>
<b>Identificación de capas en acera, aparcamiento y calzada</b>	Por debajo de mínimos: falta planta o alzado <i>0puntos</i>	Básica <i>1puntos</i>	Completo <i>2puntos</i>	Muy completo <i>4puntos</i>
<b>Cotas</b>	Sin cotas <i>0puntos</i>	Con errores <i>1puntos</i>	Correctas <i>2puntos</i>	Perfectas <i>3puntos</i>
<b>Textos identificativos</b>	Incompletos, mal escalados <i>0puntos</i>	Básico <i>1puntos</i>	Completos <i>2puntos</i>	Perfectos <i>3puntos</i>
<b>Tipos de línea empleados</b>	Sin distinción <i>0puntos</i>	Diferenciación básica <i>1puntos</i>	Empleo de varios tipos <i>2puntos</i>	Alto nivel y precisión <i>3puntos</i>
<b>Identificación de materiales</b>	No realizada <i>0puntos</i>	Incompleta <i>1puntos</i>	Básica/Correcta <i>2puntos</i>	Perfecta <i>3puntos</i>
<b>Detalles adicionales</b>	No existen <i>0puntos</i>	Básico <i>1puntos</i>	Correcto <i>2puntos</i>	Perfectos <i>3puntos</i>
<b>Presentación del plano (Escala y vial indicado)</b>	Incorrecta <i>0puntos</i>	Básica <i>0.5puntos</i>	Correcta <i>1puntos</i>	Perfecta <i>2puntos</i>

**Opciones de rúbrica**

Criterio de ordenación por niveles: **Ascendente por número de puntos**

- Calcular la puntuación basándose en la rúbrica tomando 0 como valor mínimo
- Permitir a los usuarios una vista previa de la rúbrica utilizada en el módulo

*Juan Pablo Carrasco Amador, José Luis Canito Lobo,  
Alfonso Carlos Marcos Romero, Diego Carmona Fernández*

- Mostrar la descripción de la rúbrica durante la evaluación
- Mostrar la descripción de la rúbrica a aquellos que serán calificados
- Mostrar los puntos para cada nivel durante la evaluación
- Mostrar los puntos para cada nivel a los evaluados
- Permitir a quien califica añadir observaciones para cada criterio
- Mostrar comentarios a los evaluados

## **Conclusiones**

Por medio de la elaboración sistemática de cuestionarios en las aulas por parte de los alumnos, se ha mejorado su aprendizaje. Sirviendo como elemento estimulante del trabajo continuo y resultando además atractivo al ser necesario el empleo del móvil como herramienta docente casi a diario. Aportando una valiosa información al profesor sobre el nivel de conocimientos previos por parte del alumnado y de la evolución del proceso de aprendizaje. Los cuestionarios han representado un elemento motivador, observándose un elevado interés por parte de los alumnos por mejorar sus resultados, la puesta en marcha de los cuestionarios de manera sistemática, ha favorecido notablemente el aprendizaje.

Por su parte, el uso de rúbricas de evaluación ha permitido la sistematización objetiva del proceso de evaluación, a la vez que proporcionaba a los alumnos los criterios de evaluación para regular su propio proceso de aprendizaje. Al disponer los alumnos de las rúbricas a priori, han podido conocer los aspectos más importantes de los trabajos, de los planos a realizar y a la vez, han recibido una retroalimentación personalizada tras la evaluación de cada trabajo entregado. Lo que sin duda ha contribuido a la mejora continua, evitando errores y fallos repetidos.

## **Referencias**

- Sánchez, E., Rosales, J., y Cañedo, I. (1996), "La formación del profesorado en habilidades discursivas: ¿es posible enseñar a explicar manteniendo una conversación encubierta?". *Infancia y Aprendizaje*, 74, 119-137.
- De Camolloni, A. (1996). "De herencias, deudas y legados. Una introducción a las corrientes actuales de la didáctica". En Camilloni A., Davini M., Edelstein, G., Litwin, E., Souto M., y Barco, S.: *Corrientes Didácticas Contemporáneas*. Buenos Aires. Paidós.
- Fernández March, A. (2010). *Revista de Docencia Universitaria*, Vol. 8, nº 1.

*Diseño e implantación sistemática de evocaciones y de evaluación por rúbricas en Ingeniería Gráfica por medio de herramientas TIC*

García, G., y Montanero, M. (2004), “Comunicación verbal y actividad conjunta en el aula de apoyo. Un análisis comparativo entre profesores expertos y principiantes”. *Revista española de Pedagogía*, 229, 541-560.

Villalustre Martínez, L. y Del Moral Pérez, M. E. (2010), “Innovaciones didáctico-metodológicas en el contexto virtual de ruralnet y satisfacción de los estudiantes universitarios”, *Revista Iberoamericana sobre Calidad, Eficacia y Cambio en Educación*, Volumen 8, Número 5.



## **Asignaturas de Nivelación en Master de Ingeniería Mecatrónica. Ejemplo de Electrónica**

**Luis Gil Sánchez y Eduardo Garcia Breijo**

Departamento de Ingeniería Electrónica. Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño. Universitat Politècnica de València (lgil@eln.upv.es)

---

### ***Abstract***

*Mechatronic engineering represents the fusion of technologies such as control, mechanics, electricity, electronics or computing that allow us to address the engineering challenges posed by the new intelligent machines. It is a natural choice to explain processes in the creation of advanced products. At the Universitat Politècnica de València, a Master of Mechatronic Engineering has been implemented, which has characteristic that students come from different degrees, since there is no Mechatronics Degree in this university. For this reason, the curriculum includes a series of leveling subjects in which students can quickly catch up on subjects that do not have from their degree of origin.*

*This communication exposes the teaching experience of how to give the electronics to students who come from non-electronic careers (mainly mechanical engineering and electrical engineering) through a subject of leveling, where, in a limited time, we have to impart the necessary knowledge for an engineer of mechatronics. Throughout this communication is indicated the contents of the subject to be taught, the way of transmitting this subject to students of heterogeneous origin and the results of the evaluation of the students*

**Keywords:** *Mechatronic engineering, leveling subjects, electronics and instrumentation.*

---

### ***Resumen***

*La ingeniería mecatrónica representa la fusión de tecnologías industriales diversas como el control, la mecánica, la electricidad, la electrónica o la informática, que permiten abordar los retos en ingeniería que suponen las nuevas máquinas inteligentes. Es una elección natural para explicar procesos en la creación de productos avanzados. En la Universitat Politècnica de València*

*se ha implantado un Master de Ingeniería Mecatrónica que tiene como característica destacable que los alumnos proceden de titulaciones diversas ya que no existe en esta universidad un Grado de Ingeniería Mecatrónica. Por este motivo el plan de estudios recoge en su primer cuatrimestre una serie de asignaturas de nivelación donde los alumnos tienen que ponerse al día de forma rápida de las materias que no son de su titulación de procedencia. En esta comunicación se expone la experiencia docente de como acercar los contenidos de electrónica a alumnos que proceden de titulaciones ajenas a la electrónica mediante una asignatura de nivelación, donde en un tiempo limitado se tiene que impartir los conocimientos necesarios para un ingeniero en mecatrónica. A lo largo de la comunicación se indica cuáles son los planteamientos docentes, los contenidos de la materia a impartir y los resultados de evaluación de los alumnos.*

**Palabras clave:** *Ingeniería mecatrónica, asignatura de nivelación, electrónica e instrumentación.*

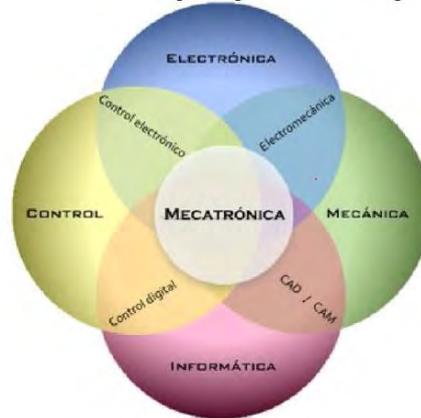
### **Introducción a la docencia de la Mecatrónica**

La mecatrónica se puede definir como la aplicación sinérgica de la mecánica, electrónica, electricidad, tecnología de control y computación en el desarrollo de productos y sistemas electromecánicos, a través de una metodología de diseño integrado [1]. Este término fue acuñado por la industria japonesa en la década de los 70 -época de desarrollo de los primeros robots industriales- y tiene entre otros antecedentes inmediatos la investigación en el área de la cibernética, las máquinas de control numérico, los manipuladores y los autómatas programables.

La mecatrónica se puede considerar como la confluencia de cuatro disciplinas importantes en la industria de hoy en día: mecánica, electricidad, electrónica y control. Estas disciplinas también confluyen dos a dos, surgiendo de esta manera otras disciplinas mixtas (Fig. 1) como son: la electromecánica, el control electrónico, el control digital y los sistemas CAD/CAM participando todas ellas en el concepto de mecatrónica.

El interés profesional de la ingeniería propuesta viene dado por la creciente necesidad de las empresas de contratar ingenieros con un perfil multidisciplinar. Las empresas suelen quejarse de la demasiada especialización de los ingenieros pero en la incapacidad de resolver problemas que aun no siendo de su especialidad sí que son afines y forman todo un conjunto en una instalación industrial. Esta circunstancia suele llevar un esfuerzo por parte de la empresa que tienen que invertir en la formación de los ingenieros especialistas.

**Figura. 1. Relación de las distintas disciplinas que conforman la ingeniería mecatrónica**



La enseñanza de la ingeniería mecatrónica ha dado lugar a diversos estudios sobre su configuración docente a diferentes niveles. De esta forma se han presentado múltiples comunicaciones, desde los criterios para la introducción de la mecatrónica para estudiantes de grado medio y novel en Japón [2] hasta niveles más avanzados de ingeniería en Irlanda [3]. Otro tipo de comunicaciones se centran en el análisis del programa de estudios de titulaciones de distintas universidades, como de una carrera de cuatro años de grado de mecatrónica en la universidad de Western (Australia) [4] o una carrera de dos años (Bachelor) en universidad de Denver (USA) [5]. Una especial relevancia son aquellas comunicaciones sobre la colaboración de universidades de distintos países, por ejemplo la planificación de una carrera de mecatrónica especializada en sistemas de automoción entre dos universidades, una de Francia (Supméca Paris/Toulon) y otra de Alemania (Esslingen University) [6], también se ha comparado los planes de estudio de dos universidades de Estados Unidos, el Georgia Institute of Technology y la Stanford University [7], o un análisis del currículo de dos carreras de mecatrónica de España (Universidad Carlos III) e Italia (Universidad de Génova) [8]. Otro tipo de comunicaciones se centra en la descripción de prácticas específicas para los estudiantes de mecatrónica [9]. En España se han presentados algunas comunicaciones sobre la enseñanza de la mecatrónica, la mayoría de ellas centradas en aspectos específicos para realizar algunas prácticas de laboratorio [10-11].

### **Master en Ingeniería Mecatrónica (UPV)**

En el curso 2013-14 se puso en marcha en la Universidad Politècnica de València (UPV) el Master Universitario de Ingeniería Mecatrónica que está organizado por la Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Diseño (ETSID). El objetivo fundamental del máster es formar profesionales con capacidad para integrar los conocimientos de diversas disciplinas. El alumno debe ofrecer soluciones que van más allá de las que obtendría con cada uno de las ingenierías por separado. Su principal propósito es el análisis y diseño de productos y de procesos de manufactura automatizados.

Un aspecto destacable de la presente comunicación es la descripción de la estrategia docente para el desarrollo de un master universitario de mecatrónica sin partir de un grado de mecatrónica homónimo, ya que en la UPV no existe el grado de ingeniero mecatrónico por lo que la docencia de este master se ha configurado con esta característica. El planteamiento inicial de este master y sus vicisitudes en la puesta en marcha ya fueron recogidos en una comunicación de este mismo congreso docente [12].

### **Plan de Estudios**

El máster en Ingeniería Mecatrónica de la UPV tiene asignado una carga lectiva de 90 créditos ECTS divididos en tres semestres, es decir curso y medio (Tabla 1). De estos créditos, 55,5 corresponden a asignaturas obligatorias, 22,5 a asignaturas optativas y 12 al Trabajo Fin de Máster.

Para impartir la docencia de este máster están implicados cinco departamentos de la UPV y están relacionados directamente con los contenidos de la mecatrónica (Departamento de Ingeniería Eléctrica, Departamento de Ingeniería de Sistemas y Automática, Departamento de Ingeniería Electrónica, Departamento de Ingeniería Mecánica y de Materiales y el Departamento de Informática de Sistemas y Computadores), participando un total de 23 profesores todos ellos doctores.

**Tabla 1. Plan Estudios del Master de Ingeniería Mecatrónica de la UPV**

<b>1er Semestre</b>	<b>2er Semestre</b>
Módulo 1. Mat. Optativas (22,5 ECTS) Módulo 1. Mat. Obligat (6 ECTS)  <b>Total: 28,5 ECTS</b>	Módulo 3. Mat. Obligat. (31,5 ECTS)  <b>Total: 31,5 ECTS</b>
<b>3er Semestre</b>	
Módulo 4. Mat. Obligat (18 ECTS) Módulo 5. Trabajo Fin de Master (12 ECTS)  <b>Total: 30 ECTS</b>	

### *Menciones preferentes*

Como en la UPV no existe un grado precedente de dicho master, todos los alumnos proceden de grados de ingenierías análogas, fundamentalmente de los Grados de Ingeniería en Electrónica Industrial y Automática, Ingeniería Eléctrica e Ingeniería Mecánica que se estudian en la misma escuela que el máster (ETSID), aunque también se admite alumnos procedentes de otras titulaciones como Ingeniería Informática, Ingeniería de Telecomunicaciones e incluso licenciados en física. En la Tabla 2 se indica el número de alumnos según el grado de

procedencia para cada uno de los cinco cursos que lleva implantada la titulación, donde se comprueba que la mayoría proceden del grado de Ingeniería Electrónica y del grado de Ingeniería Mecánica, y en cambio es escaso el número de alumnos procedentes del grado de Ingeniería Eléctrica y de otras titulaciones.

**Tabla 2. Grado de procedencia de los alumnos matriculados en el master de Ingeniería Mecatrónica de la UPV**

Curso	Electron.	Mecánica	Electric	Otros	Total
2013/14	17	9	3	4	33
2014/15	14	20	3	3	40
2015/16	14	18	4	4	40
2016/17	11	20	1	8	40
2017/18	11	20	5	4	40
Total	67	87	16	23	193

El número total de plazas que se ofertan son de 40, que como se ve en dicha tabla durante los dos últimos cursos se han cubierto, quedando alumnos en lista de espera.

Aunque la titulación es única viene acompañada con una serie de menciones preferentes dependiendo del origen del alumno:

Grado en Ingeniería Eléctrica:

- Mención I: Accionamientos Eléctricos y Operación Remota
- Mención III: Automatización e Informatización Industrial.

Grado en Ingeniería Electrónica Industrial y Automática:

- Mención I: Electrónica
- Mención II: Eléctrica
- Mención IV: Automática
- Mención III: Informática Industrial

Grado en Ingeniería Mecánica:

- Mención II: Diseño de Máquinas

*Asignaturas de nivelación*

Debido a la diversa procedencia de los alumnos de este máster son necesarias algunas asignaturas de nivelación. De esta forma los alumnos procedentes de un determinado grado puedan obtener los conocimientos mínimos necesarios de materias relativas a otros grados y

de esta manera se puedan impartir posteriormente otras asignaturas comunes a todas las especialidades. Todas las materias de nivelación se imparten en el primer semestre, En la Tabla 3 se indica la relación de dichas asignaturas para cada una de las procedencias. En ella se observa que existen tres grupos de asignaturas de nivelación para los alumnos procedentes de Ingeniería Electrónica, Electricidad y Mecánica respectivamente.

Para los alumnos de procedencia no electrónica (mecánicos y eléctricos) existe una materia de Fundamentos Tecnológicos Electrónicos y de Control de 9 créditos. Esta materia está compuesta por dos asignaturas: Control Automático y Electrónica e Instrumentación de 4,5 créditos cada una. Esta última asignatura es la que es objeto en la presente comunicación.

**Tabla 3. Asignaturas de Nivelación del Master de Ingeniería Mecatrónica de la UPV**

<b>NIVELACIÓN GRUPO 1</b>	
<b>Procedencia Electrónica y Automática (22,5 cr.)</b>	
Máquinas Eléctricas (4,5) Instalaciones Eléctricas (4,5) Diseño de Máquinas (4,5) Mecánica de Máquinas (4,5) Comportamiento de materiales en servicio (4,5)	<b>Electricidad Y Mecánico</b>
<b>NIVELACIÓN GRUPO 2</b>	
<b>Procedencia Mecánica (22,5 cr.)</b>	
Electrónica e Instrumentación (4,5) Control Automático (4,5) Máquinas Eléctricas (4,5) Instalaciones Eléctricas (4,5) Automatización (4,5)	<b>Electricidad Y Electrónica</b>
<b>NIVELACIÓN GRUPO 3</b>	
<b>Procedencia Electricidad (22,5 cr.)</b>	
Electrónica e Instrumentación (4,5) Control Automático (4,5) Diseño de Máquinas (4,5) Mecánica de Máquinas (4,5) Comportamiento de materiales en servicio (4,5)	<b>Mecánica Y Electrónica</b>

## **Asignatura de Electrónica e Instrumentación**

### Entorno de la asignatura en el Plan de Estudios del Máster

En esta asignatura se imparte los contenidos de electrónica que necesita un ingeniero mecatrónica procedente de titulaciones diferentes a la electrónica. Por ello es imprescindible conocer que asignaturas de la materia se impartirán posteriormente y cuáles son sus características y conocimientos previos necesarios.

La asignatura más afín es Electrónica de Potencia, que se encuentra en el Módulo de Electrónica de Potencia y Accionamientos Electromecánicos. Esta asignatura cuenta con 4,5 ECTS que se imparten en el segundo semestre de primer curso. Una de las características de esta asignatura es que trabaja con componentes electrónicos en modo conmutación. Por ello, se debe estudiar en la asignatura de nivelación los conceptos básicos de los principales dispositivos electrónicos discretos (diodo, transistor bipolar y MOS) trabajando en corte o en saturación. Evitando el estudio de estos componentes en la zona activa que normalmente no es utilizada.

La otra asignatura de este master que imparte el Departamento de Ingeniería Electrónica es Diseño Electrónico Avanzado que se imparte en el segundo curso (primer semestre) y que trabaja fundamentalmente con procesadores DSP (DSC-C2000 de Texas Instruments) para aplicaciones industriales (implementación de los algoritmos aplicados a los accionamientos de los: motores paso a paso, motores de continua, motores de alterna, etc.). Por lo tanto, en la asignatura de nivelación se debe impartir los conocimientos básicos de electrónica digital para poder seguir esta asignatura de carácter avanzado.

Otra asignatura afín aunque no es impartida por el Departamento de Ingeniería Electrónica es Sistemas Embebidos en el segundo curso, donde se trabaja con microcontroladores para sistemas empujados y por lo tanto es necesario conocer las bases de electrónica digital.

Otras asignaturas se imparten al mismo tiempo que Electrónica e Instrumentación (primer curso, primer semestre) por lo que ésta no sirve exactamente como nivelación pero sí que es necesario una buena coordinación de los profesores para no repetir conceptos o que queden otros sin impartir. Estas asignaturas son Instalaciones Eléctricas que también es asignatura de nivelación para mecánicos y electrónicos y que empiezan impartiendo conceptos de circuitos eléctricos y Sistemas de Medición y Actuación, que es asignatura obligatorio y donde se trabaja con sensores y sistemas de acondicionamiento de señales, así como actuadores.

### Enfoque general de la asignatura

La mayor limitación de esta asignatura es que cuenta con solo 4,5 créditos, de los cuales 2 créditos son de teoría y 2,5 créditos de prácticas, aunque en este caso hay que indicar que

corresponden tanto a práctica de laboratorio como a prácticas de aula que consisten básicamente en la resolución de problemas y en el uso del ordenador para realizar simulación de circuitos electrónicos.

En esta asignatura es necesario realizar una síntesis de los principales conceptos de la electrónica industrial. El enfoque tiene que ser eminentemente práctico y con ejemplos relacionados con el objetivo y el entorno de la titulación. De esta forma, se pretende lograr una adecuada nivelación de todos los alumnos del master para así poder impartir de una forma más eficaz el resto de asignaturas en los dos siguientes semestres.

Para lograr los objetivos de la asignatura se ha preparado un programa docente formado por 13 temas, dividido en dos grandes bloques: electrónica analógica y electrónica digital. El primer bloque corresponde con el 55% del tiempo, de los créditos y del peso en la evaluación y una segunda parte de electrónica digital que le corresponde el 45% restante.

Las clases se organizaron de una manera eminentemente práctica porque cada día se desarrolla un tema empezando por las nociones teóricas hasta alcanzar una práctica de laboratorio. Para ello, las clases se imparten en un aula-laboratorio donde los alumnos cuentan con ordenador personal con conexión a internet y el instrumental básico de un laboratorio de electrónica (fuente de alimentación, polímetro, generador de señal, osciloscopio digital y elementos auxiliares de montaje de circuitos electrónicos). De las tres horas que dura la clase la última hora es dedicada siempre a la práctica que está relacionada con los contenidos impartidos en las dos horas anteriores.

#### 1º Parte. Electrónica Analógica

En el primer contacto de los alumnos con la electrónica se pretende que se familiarice rápidamente con los conceptos fundamentales y prácticos, por lo tanto, es necesario evitar exposiciones teóricas largas y de diseños complejos de circuitos electrónicos ya que la mayoría de los alumnos no van a realizar estas tareas en su futura carrera profesional. En cambio, se procura que tenga un contacto habitual con los componentes electrónicos y con el instrumental electrónico. Para lograr estos objetivos, las clases de electrónica analógica se organizan en seis temas que empiezan con una introducción a la electrónica industrial: circuitos eléctricos, señales y medidas, para seguir con introducción a los dispositivos semiconductores (diodo, transistor bipolar y de efecto de campo) y amplificadores operacionales. En la Tabla 4 se indica el temario de dicha parte indicando la práctica correspondiente a cada tema.

Tabla 4. Temario de parcial de electrónica analógica

Nº	Tema	Práctica
1	Conceptos Previos	Medida Resistencias, Tensiones y Corrientes
2	Instrumental Electrónico	Medidas de tensiones alternas con osciloscopio
3	Semiconductores y Diodos	Rectificador de Media Onda Fuente de Alimentación Lineal
4	Transistor Bipolar	Control iluminación con BJT en conmutación
5	Transistor MOS	PWM con A.O. Comparador y MOS
6	Amplificador Operacional	Amplificador Diferencial
7	Amplificador de Instrumentación	Aplicación A.I. Báscula Electrónica

### 2ª Parte. Electrónica Digital

Para impartir las clases de electrónica digital se prepararon cinco temas con sus correspondientes prácticas, donde se empieza con los sistemas de numeración y funciones lógicas hasta alcanzar los sistemas secuenciales síncronos. Para aprovechar el tiempo disponible se aplican programas de simulación de circuitos electrónicos, concretamente el paquete informático Proteus y su programa de simulación ISIS de la empresa Labcenter Electronic. Mediante este programa se dibuja el circuito a nivel de puertas o dispositivos digitales y se realiza una simulación de su funcionamiento de una forma muy ágil e intuitiva. Este programa tiene la característica de poder realizar simulaciones tanto analógicas como digitales. De esta forma se evita, dentro de lo posible, los montajes con un cableado complejo en donde suele ocurrir fácilmente errores y que muchas veces es difícil y laborioso identificar y corregir. En las figuras 2 y 3 se muestran un ejemplo de práctica de electrónica digital donde inicialmente se plantea una aplicación mediante un esquema de bloques (Fig. 2) y el alumno dibuja y simula el circuito digital (Fig. 3) para comprobar su funcionamiento y realizar fácilmente las modificaciones que surgen y que permiten realizar sistemas electrónicos más complejos.

En la Tabla 5 se muestra el temario de la parte de electrónica digital indicando la práctica que corresponde a cada tema.

Tabla 5. Temario de parcial de electrónica digital

Nº	Tema	Práctica
8	Funciones Lógicas	Simulación circuitos de puertas lógicas
9	Circuitos Integrados Digitales	Control digital de iluminación de una lámpara mediante una LDR y puerta inversora
10	Circuitos Combinacionales	Selección de una entrada de datos de varios bits mediante multiplexor,
11	Astables, Monoestables y Biestables	Generador de señal de reloj y divisor de frecuencia
12	Contadores	Frecuencímetro
13	Circuitos Secuenciales Síncronos	Dado electrónico

### Resultados obtenidos y problemas encontrados

La evaluación de la asignatura consiste en la realización de exámenes teóricos de tipo preguntas con respuesta alternativa (test) y de problemas o ejercicios, también se realiza una ponderación de las prácticas de laboratorio de cada una de las dos partes de la asignatura por separado (analógica y digital) y además el trabajo de la asignatura que equivale al 15% de la nota.

A pesar de que la titulación está implantada desde hace poco tiempo y por tanto la experiencia docente es limitada, se puede indicar unos resultados preliminares de la labor realizada. En la Tabla 6 se realiza un resumen de los resultados de la evaluación de los alumnos durante los tres años que está implantado el título. En dicha tabla también se indica el número de alumnos matriculados, porque como ya se ha dicho, esta asignatura no la cursan los alumnos procedentes del grado de Ingeniería en Electrónica Industrial y Automática. Los resultados de la evaluación de la asignatura son claramente satisfactorios porque la asignatura es superada prácticamente por casi todos los alumnos y el número de notables e incluso de sobresalientes es bastante elevado.

Tabla 6. Resultados de la Evaluación

Curso	Nº Alumnos.	Aprob.	Notable	Sobresal
2013/14	14	1	7	6
2014/15	22	2	13	3
2015/16	23	6	11	3
2016/17	32	10	17	4
2017/18	28	5	17	5
Total	119	24	65	21

### Conclusiones

La puesta en marcha de la titulación de Master en Ingeniería Mecatrónica en la UPV ha supuesto un esfuerzo de participación de profesores y técnicos de distintos departamentos y que estaban acostumbrados a impartir clase en otras titulaciones afines. Los retos que se enfrentaban era no convertir el plan de estudios en un mero acopio de información que ya estaban impartiendo en sus titulaciones de origen, sino que tienen que tener una seña de identidad propia con el concepto de ingeniería mecatrónica. En nuestro caso se ha presentado una asignatura de nivelación de electrónica para alumnos procedentes de grados diferentes a esta especialidad, fundamentalmente mecánicos y eléctricos. En ella se ha intentado incluir los contenidos necesarios para que el alumno termine con la adquisición de unos conocimientos mínimos y adecuados de electrónica y que pueda aplicarlos a otras asignaturas del master y en el resto de su carrera profesional.

### Referencias

- [1] Bradley D A; Dawson D., Burd N C., Loader A. J. (1991). *Mechatronics, Electronics in products and processes*. Chapman and Hall, Londres.
- [2] Saleh M., (2006). *Mechatronics at Third Level Education: Practical Design Considerations*. IEEE International Conference on Mechatronics. Budapest, Hungría.
- [3] Nagchaudhuri. A. (2001) *Introduction of mechatronics in pre-college programs and freshman design course in an active and cooperative learning framework*. 31 St ASEE/IEEE Frontier in Education Conference. October 10 - 13, Reno, NV, EEUU
- [4] Rogers G.G., Morgan L. (1997). *A 4 year mechatronic engineering degree program* Fourth Annual Conference on Mechatronics and Machine Vision in Practice.

- [5] Oberhauser, M., Soriano. T. (2012) “*Deus école qui collent à l’industrie*” 15 years of French-German Higher Education in Mechatronic Engineering at Supméca Paris/Toulon and Esslingen University of Applied Sciences. Mechatronics (MECATRONICS), 9th France-Japan & 7th Europe-Asia Congress on and Research and Education in Mechatronics (REM), SUPMECA Paris.
- [6] DeLyser R. R., Valavanis. K. P. (2011) *Development and Accreditation of a Mechatronic Systems Engineering Option within Electrical Engineering Programs*. IEEE International Conference on Control Applications (CCA) Part of 2011 IEEE Multi-Conference on Systems and Control Denver, CO, USA. September 28-30.
- [7] Mazid. A.M. (2002). *Philosophy of mechatronics course development*. IEEE International Conference on Industrial Technology. IEEE ICIT '02. Bangkok, Tailandia.
- [8] Bonsignorio, F., Bruzzone L., Fanghella. P. (2013). *Toward a curriculum in mechatronics: Two experiences in Italy and Spain*. 1st International Symposium on the education in mechanism and machine science. ISEMMS; Bilbao.
- [9] Mariappan, J. Cameron T. Berry. J. (1996). *Multidisciplinary Undergraduate Mechatronic Experiments*. 26th Annual Conference of Frontiers in Education FIE'96. Salt Lake City, Utah. EEUU.
- [10] Peláez, G. Quintáns, C. Mandado E. Fernández-Sánchez P. (2012). *Laboratorio de Mecatrónica para el Análisis Dinámico de Sistemas Mecánicos*. X Congreso de Tecnologías Aplicadas a la Enseñanza de la Electrónica. TAEE-2012-Vigo.
- [11] García-Zubía, J., Angulo, I., Dziabenko O. Orduña. P. (2012). *Lecciones del Proyecto ePragmatic de la UE*. X Congreso de Tecnologías Aplicadas a la Enseñanza de la Electrónica. TAEE-2012-Vigo.
- [12] Garcia Breijo, E., Laguarda Miró, N. Ballester E., Almela, V. M., Perez E., Blasco, R., Perles, A.F. (2013). *Un nuevo curso de posgrado en mecatrónica para la Universitat Politècnica de València*. In: CUIEET XXI, 2013, VALENCIA. Proceedings. ETSID-UPV, vol. 1. p. 1389-1398.



## La competencia de responsabilidad

Jaime López Soto<sup>a</sup>, Isabel Herrero Bengoechea<sup>b</sup>, Pello Jimbert Lacha<sup>c</sup>, Maider Iturrondobeitia Ellacuria<sup>d</sup>, Nerea Toledo Gandarias<sup>e</sup>

<sup>a</sup>jaime.lopez@ehu.eus, <sup>b</sup>isabel.herrero@ehu.eus, <sup>c</sup>pello.jimbert@ehu.eus,  
<sup>d</sup>maider.iturrondobeitia@ehu.eus, <sup>e</sup>nerea.toledo@ehu.eus.

Escuela de Ingeniería de Bilbao. Dpto. Expresión Gráfica y Proyectos de Ingeniería.  
Universidad del País Vasco / Euskal Herriko Unibertsitatea (UPV/EHU).

---

### **Abstract**

*The responsibility skill*

*The university is in the process of applying new educational methodologies. The most relevant consequences are the considerable increase in work for teachers and that the student becomes an active part of the process, being protagonist of their own learning.*

*The process does not seem to be as immediate as a mere change of methodologies, and the results may take time to arrive according to the success of the innovations. Added to this is the fact that much of the success depends on the attitude of the students, who must assume the role of independent and responsible person for their own training. This paper shows the results of surveys carried out to try to know the motivation and preferences about the teaching methodology, their opinion about the difficulties and expectations they have regarding the subject. All of this with the challenge of motivating first-year students.*

*Among the most striking conclusions, a high percentage of students have previous training of the subject, however, few consider to be well prepared. Also that the classical methods were preferable, that is, that the teacher explain and make examples in class and that the documentation is available on paper.*

**Keywords:** *graphic expression in engineering; didactic methodology; motivation; flipped classroom.*

---

### **Resumen**

*La universidad está en proceso de aplicación de nuevas metodologías educativas. Las consecuencias más relevantes son el aumento considerable de trabajo para el profesorado y que el alumnado pasa a ser parte activa del proceso, siendo protagonista de su propio aprendizaje.*

*El proceso no parece ser tan inmediato como un mero cambio de metodologías, y los resultados pueden tardar en llegar en función del acierto en las innovaciones. A ello se une el hecho de que gran parte del éxito depende de la actitud del alumnado, que debe asumir el rol de persona independiente y responsable de su propia formación. En este trabajo se muestran los resultados de encuestas realizadas para intentar conocer la motivación y las preferencias sobre la metodología docente, su opinión sobre las dificultades y expectativas que tienen respecto de la asignatura. Todo ello con el reto de motivar al alumnado de primer curso.*

*Entre las conclusiones más llamativas, un elevado porcentaje de estudiantes tiene formación previa de la asignatura, sin embargo, pocos consideran llegar bien preparados. También que eran preferibles los métodos clásicos, es decir, que el profesorado explique y haga ejemplos en clase y que la documentación esté disponible en papel.*

**Palabras clave:** *expresión gráfica en ingeniería, metodología didáctica; motivación; clase invertida.*

### **Introducción**

Los individuos contemporáneos crecen y viven saturados de información y rodeados de incertidumbre, por tanto, el reto de la formación se sitúa en la dificultad de transformar las informaciones en conocimiento, así como en la dificultad para transformar ese conocimiento en pensamiento y sabiduría. En el ámbito educativo, se trata de preparar estudiantes autónomos y responsables. Es necesario tener estudiantes que piensen por sí mismos.

En este contexto, el sector de la educación busca nuevas estrategias, y actualmente estamos en el proceso de aplicación de nuevas metodologías educativas, lo que lleva consigo la revisión de los sistemas de evaluación. El examen ha perdido peso en cuanto a influencia en la nota final. La superación de exámenes no puede considerarse ni proponerse como fin válido

en sí mismo, sino como medio para facilitar el desarrollo de las cualidades o competencias humanas que consideramos valiosas.

Otra consecuencia es el aumento considerable de la carga de trabajo para el profesorado, no solo a la hora del diseño de la metodología a implantar, sino también durante el resto de la vida docente, puesto que se debe buscar tiempo durante el curso (sin dejar de dar clase), para preparar el material y evaluar.

Quizá lo más novedoso en este contexto es que cada estudiante es protagonista de su propio proceso de aprendizaje. El profesorado deja de enseñar para pasar a guiar el aprendizaje.

En ese sentido, una de las competencias que se deben adquirir para obtener el título que habilita para el ejercicio de la profesión de Ingeniero Industrial es: *“Poseer las habilidades de aprendizaje que permitan continuar estudiando de un modo autodirigido o autónomo.”* (Orden CIN/311/2009).

Sin embargo, este cambio buscado en la que el alumnado es parte activa no resulta de fácil aplicación. Como expone Villa (2017), al alumnado de hoy le falta la pasión que tenían sus profesores por estudiar, están desilusionados y sin interés, es evidente que eso influye en su rendimiento. Falta la cultura del esfuerzo.

Se observa también que el nivel de absentismo es muy alto. Muchos jóvenes no asisten a las clases de su escuela, y preparan las asignaturas en academias, donde es posible que no les enseñen lo que se exige en la escuela. Exigir asistencia a clase o incluso valorar en la notala asistencia no es una solución motivadora. Esto hace que los cambios introducidos en los nuevos contenidos de los programas de las asignaturas (que se modifican paulatinamente), así como las actualizaciones de los criterios de evaluación suelen pillar desprevenidos al alumnado.

Entonces, ¿cómo es posible aplicar los nuevos métodos de aprendizaje y evaluación si el alumnado no asiste a clase?. Y cuando se aplican con el alumnado que asiste, ¿cómo seguir los nuevos procedimientos si hay estudiantes que no responden y actúan con total desinterés?. Finalmente, ¿cómo es posible evaluar los resultados de las nuevas metodologías con tasas de absentismo altas?

Como defiende Cochran-Smith (2009), mientras no se provoque un cambio, una transformación en la cultura escolar, solamente se producirán cambios superficiales en el curriculum, en los papeles o en las tareas burocráticas.

El proceso no parece ser tan inmediato como un mero cambio de metodologías, y los resultados pueden tardar en llegar en función del acierto en las innovaciones y el contexto en que se lleven a cabo (profesorado aislado, grado, centro, etc.). Lo que si parece lógico es implicar

al alumnado en el objetivo de conseguir una nueva dinámica en el aula, en la que el profesorado, con nuevas metodologías docentes y sistemas de evaluación renovados, pueda dirigir al alumnado en su proceso de aprendizaje. Para ello, la opinión del alumnado cuenta mucho.

Y es por ello que una de las herramientas fundamentales para orientar el cambio son las encuestas de opinión, que deben estar adecuadamente diseñadas para cumplir los objetivos de información buscados. Las encuestas oficiales dirigidas al conjunto del alumnado de todos los grados no son muy adecuadas, en cuanto a que son más bien superficiales y buscan evaluar el grado de satisfacción general con la asignatura. Si se quiere reestructurar por completo el sistema, se deben realizar preguntas centradas en el interés del alumnado sobre esa asignatura y lo que espera de ella. Las preguntas sobre la motivación y las herramientas que considera útiles son las que ayudarán a dar forma a la asignatura.

En este artículo se presentan los resultados de las encuestas realizadas para conocer la motivación del alumnado en la asignatura. Se buscó la opinión del alumnado mediante un test y una encuesta para tener datos desde su punto de vista. Todas las aportaciones que llegan desde el alumnado por diferentes medios son realmente valiosas para conseguir mejoras.

### **Trabajos Relacionados**

El proceso de adaptación de las enseñanzas superiores al nuevo espacio europeo (EEES) se está produciendo a distintos niveles, y debe adaptarse a los distintos grados y las distintas materias. Puede darse el caso de que se aborde en conjunto por toda una universidad, únicamente por un centro educativo pero englobando el conjunto de su oferta educativa, que se centre en un único grado de forma más o menos homogénea, o como ocurre en muchos casos, que cada asignatura, incluso cada profesor o profesora, adapte de forma particular y de la mejor manera posible los contenidos y la organización de su asignatura para converger con el modelo europeo.

La sensación es que falta coordinación entre los diferentes niveles, lo que implica numerosas readaptaciones, falta de un marco propiciatorio y generación de gran confusión.

En el proceso de adaptación podríamos distinguir varias fases: la fase previa a la implantación de las nuevas metodologías, en las que el profesorado investiga y se forma para poder llevar a cabo la adaptación; la fase de implantación, en la que se aplican de forma gradual los cambios; y la fase de evaluación, en la que se testean los puntos fuertes y débiles de cada actuación o del conjunto de actuaciones, si se evalúa al final.

En los primeros estadios, la preocupación del equipo docente es la selección de la(s) metodología(s) que mejor se adapte al área de conocimiento que imparte y que mejor ayude a la adquisición de competencias objeto de la formación.

En este sentido, este equipo docente realizó una tarea previa utilizando métodos creativos para la búsqueda y selección de los métodos docentes idóneos para la asignatura, basándose en criterios de mejora del sistema de aprendizaje y de aplicabilidad en el contexto de la asignatura. Este proceso contó con la ventaja del trabajo en equipo de todo el profesorado implicado en la docencia de la materia, algunos de ellos muy experimentados. (López et al, 2017).

Por ejemplo, se propusieron métodos como que el punto de partida fuera la imagen de una situación real (foto o virtual) de la cual habría que hacer la representación gráfica de alguna parte concreta. Esta representación gráfica plantearía algunos problemas como representación de superficies, vistas, intersecciones, etc. También se solicitarían datos como distancias y ángulos. Así como plantear rediseños, añadir nuevos elementos, etc. (Toledo et al, 2016).

Esta situación de partida plantea la necesidad de recurrir a unos conocimientos teóricos que son los contenidos del temario de la asignatura. Para que se puedan ver diversas aplicaciones y se puedan incluir todos los apartados del temario, se proponen varias situaciones diferentes de partida. De esta forma se trabaja la esquematización de la realidad.

En suma, se trata de partir de cuestiones abiertas y problemas reales, prestando especial atención a las áreas de incertidumbre y controversia. El método se basa en utilizar fuentes primarias de información. La realidad misma es la fuente privilegiada de información. (Pérez, 2010). Por otro lado, quitar importancia a la memorización de pasos y datos que puedan ser consultados en la bibliografía. *“El profesor guía y entrena al alumno para «enlazar» información. El aprendizaje es más profundo cuando conecta, cuando conoce la genealogía del contenido específico y, no solo eso, sino cuando es capaz de ponerlo en contacto con otro contenido, distinto y también específico.”* (Santiago et al, 2017).

Con el objetivo de implementar las ideas principales anteriores, el equipo docente investigó sobre los modelos pedagógicos y encontró que el Aula Invertida reunía las características necesarias, principalmente en el uso efectivo del tiempo en el aula. Como es sabido, el Aula Invertida transfiere ciertos aspectos del aprendizaje al tiempo fuera del aula, al tiempo individual del alumnado, con el fin de utilizar el tiempo de clase para el desarrollo de procesos cognitivos de mayor complejidad que favorecen el aprendizaje significativo. (Anderson et al, 2001).

Así, se potencia la práctica de conocimientos y el desarrollo de otros procesos de adquisición, análisis, etc., además de la propia experiencia del profesorado, enriqueciendo la interacción entre profesorado y alumnado.

En esta primera fase, la interacción con el alumnado se centró en la detección de las carencias y dificultades que encuentra con los métodos tradicionales para llevar a cabo su formación, y en la predisposición a los cambios.

### *La competencia de responsabilidad*

La segunda fase es la de evaluación de los cambios implantados en la docencia. La implantación de nuevos métodos de trabajo hace surgir preguntas sobre la efectividad de los cambios, que en muchos casos se resuelve mediante preguntas directas a los implicados, en formato de encuesta.

Debido a las múltiples posibilidades metodológicas, cada grupo de investigación o docente centra sus preguntas en el tipo de metodología aplicada en cuestión. Por ejemplo, Quintero et al (2012) indagan sobre la opinión de profesorado y alumnado en el aprendizaje colaborativo a través de las TIC, encuestando a 20 docentes y 12 estudiantes matriculados en un congreso sobre aprendizaje colaborativo a través de las TIC, y encuentran que más del 80% de los encuestados considera que el trabajo colaborativo es positivo, fomentando factores como la implicación activa del estudiante en el proceso de aprendizaje, motivación y mejora del ritmo de aprendizaje y el nivel obtenido.

Alcober et al (2003) aplican las encuestas para evaluar los resultados del aprendizaje basado en proyectos. La encuesta fue realizada por 12 estudiantes que están en su último cuatrimestre de carrera, que se mostraron en general satisfechos por la formación recibida. Percibieron muy claramente que habían adquirido una buena capacidad para el trabajo en equipo y el trabajo por proyectos y recomendaban claramente este tipo de enseñanza.

También se consultó al profesorado (9), que consideró su trabajo más estimulante, y que el alumnado responde bien, por lo que recomiendan esta forma de docencia, pero no en primeros cursos, por cuestión de madurez. También consideraban que los medios son insuficientes, y no tenían claro que la formación del alumnado sea más sólida que la que obtienen con los métodos clásicos.

Estos resultados nos estimulan a la realización de cambios, en cuanto a que parece motivante tanto para alumnado como para profesorado. Pero también advierte de las dificultades de implantación, sobre todo con alumnado recién ingresado en la universidad. Es en este colectivo donde se aprecia además esa inercia al cambio de rol de estudiante pasivo (en el sentido de que espera recibir del profesorado toda la información elaborada para su estudio y todas las respuestas inmediatas), y donde la falta de madurez se traduce, en muchos casos, en una falta de responsabilidad a la hora de tomar las riendas de su propia formación, tal y como se pretende en el contexto del EEES.

El reto que planteamos los autores es aplicar metodologías motivadoras para el alumnado de primer curso.

### **Metodología**

Se buscó la opinión del alumnado mediante un test y una encuesta para tener datos de su visión sobre la asignatura.

Para conocer motivación del alumnado y algunos conocimientos previos se confeccionó un test anónimo de evaluación diagnóstica que se pasó a todo el alumnado de 1º curso. Se pasó el test en papel el 1º día de clase. El test consta de 3 preguntas de contextualización y 10 sobre conocimientos de la asignatura:

- 2 preguntas sobre conceptos.
- 3 preguntas sobre procedimientos.
- 5 preguntas sobre visión espacial.

También se preparó una encuesta de opinión sobre la docencia de la asignatura de expresión gráfica para preguntar al alumnado sobre las preferencias de documentación y metodología docente para el desarrollo de las clases. La encuesta se pasó mediante un software de encuestas en línea los últimos días del curso, a todo el alumnado de 1º curso. La encuesta consta de 9 preguntas:

- 3 preguntas sobre las preferencias de la documentación para seguir las clases presenciales magistrales, de prácticas de aula y de prácticas de ordenador.
- 3 preguntas sobre las preferencias de la documentación para realizar las actividades no presenciales.
- 3 preguntas sobre las preferencias de la metodología docente de la asignatura.

El proyecto se aplica a todo el alumnado de la asignatura de Expresión Gráfica, asignatura de primer curso, anual, de 9 créditos, común para los Grados en: Ingeniería Eléctrica, Ingeniería Electrónica Industrial y Automática, Ingeniería Mecánica. Se imparte en la Escuela de Ingeniería de Bilbao tanto en castellano como en euskera. El alumnado matriculado en el curso 2017-2018, en esta asignatura, supera las 600 matrículas. En este proyecto participamos todo el profesorado a tiempo completo que dedicamos la mayor parte de la docencia a esta asignatura.

## **Resultados**

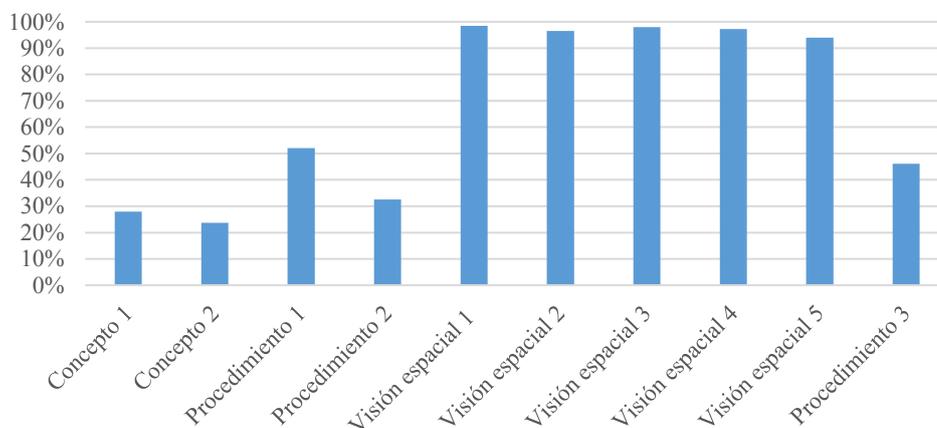
El test de evaluación diagnóstica se pasó el primer día del curso en clase y se obtuvieron un total de 397 respuestas. Los resultados del test de evaluación diagnóstica fueron:

- Un elevado porcentaje tiene formación previa de dibujo (91,4%), sin embargo, pocos consideran llegar bien preparados (29,2%)
- Es escaso el alumnado que ha leído la Guía Docente de la asignatura (22,4%), lo cual puede indicar bajo interés y falta de costumbre en la utilización de normas.

### La competencia de responsabilidad

- Las preguntas de concepto (1,2) se responden mal en general (28% y 23,7%), ver gráfico 1.
- Las preguntas de procedimiento (3,4,10) tiene una respuesta variable (52,1%, 32,5% y 46,1%), ver gráfico 1. Estas preguntas son memorísticas.
- Las preguntas de visión espacial (5 a 9) se responden muy bien (entre 94% y 98,5%), ver gráfico 1.

**Gráfico 1. Test de evaluación diagnóstica**

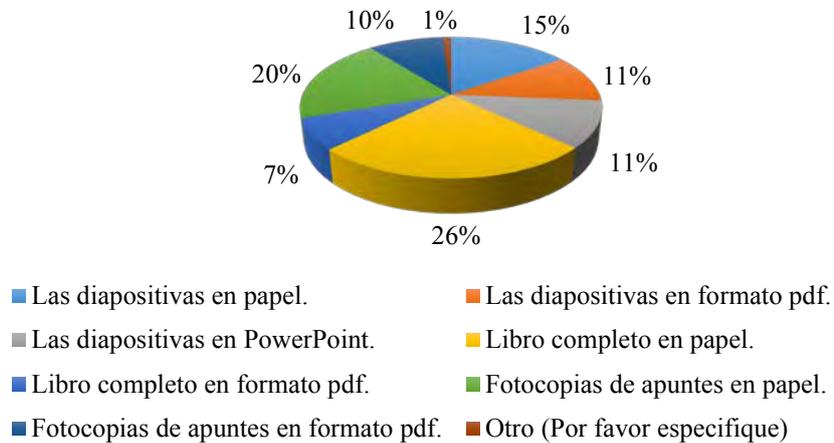


Fuente: Elaboración propia

La encuesta sobre la docencia se pasó en ordenador los últimos días del curso y se obtuvieron un total de 125 respuestas. Los resultados de la encuesta sobre la docencia de la asignatura fueron:

Tanto para seguir las clases presenciales como para realizar las actividades no presenciales prefieren mayoritariamente libros o apuntes en formato papel (61%), ver gráfico 2, sin embargo, no hay costumbre de llevar documentación a clase ni de tomar apuntes.

**Gráfico 2. Documentación preferida para las clases magistrales y realizar las tareas presenciales**

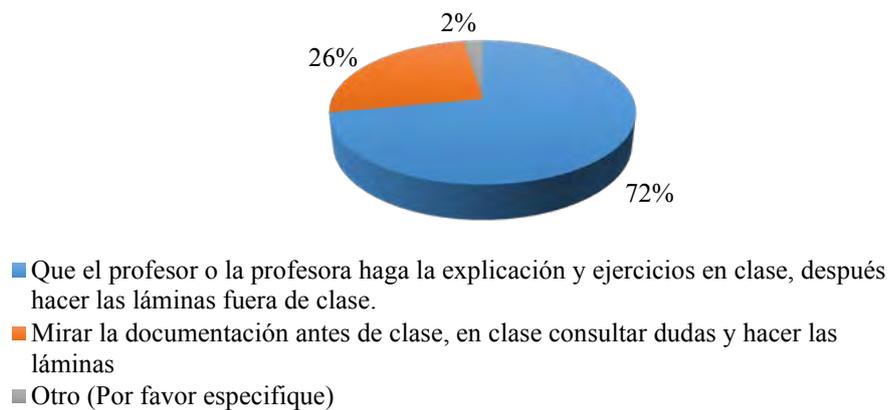


Fuente: Elaboración propia

Para las actividades de laboratorio prefieren mayoritariamente formatos electrónicos (81%), debido a que las actividades se realizan por ordenador.

Para aprender la asignatura prefieren que el profesor o la profesora haga la explicación y ejercicios en clase, después hacer las láminas fuera de clase (72%), ver gráfico 3, lo cual puede indicar cierta actitud pasiva.

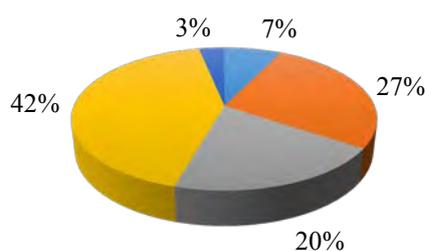
**Gráfico 3. Metodología preferida para aprender la asignatura**



Fuente: Elaboración propia

Para hacer ejercicios prefieren mayormente plantear las láminas en clase consultando dudas y que el profesor o la profesora explique la solución en clase (42%), ver gráfico 4.

**Gráfico 4. Metodología preferida para hacer ejercicios**



- Hacer las láminas fuera del aula, que me den la solución.
- Hacer las láminas fuera del aula, que el profesor o la profesora me explique la solución en clase.
- Plantear las láminas en clase consultando dudas, que me den la solución.
- Plantear las láminas en clase consultando dudas, que el profesor o la profesora me explique la solución en clase.
- Otro (Por favor especifique)

Fuente: Elaboración propia

Consideran que las clases magistrales son útiles y sirven para aprender menos de la mitad (42%), ver gráfico 5, lo cual debe hacernos reflexionar.

Gráfico 5. Opinión sobre las clases magistrales



Fuente: Elaboración propia

También se observa una falta de motivación del alumnado, evidenciado por la escasa asistencia a las clases, que en las últimas semanas no llega al 30%, y la falta de rigor en la realización de las tareas que se programan semanalmente. El escaso número de estudiantes que contestó la encuesta evidencia el poco interés en involucrarse en la mejora de la docencia.

El profesorado ha observado que, de forma generalizada, el alumnado no se autorregula ni planifica sus actividades académicas. Están enfocados al examen y a los trabajos que tienen repercusión en la nota.

Por otra parte, el profesorado ve aumentada su carga de trabajo preparando y corrigiendo pruebas de evaluación continuada, intentando hacer una atención personalizada al numeroso grupo de alumnado con distintos ritmos de aprendizaje.

## Conclusiones

La encuesta al alumnado sobre docencia reveló que la visión del alumnado no es la misma que la del profesorado. Todas las aportaciones que llegan desde el alumnado por diferentes medios son realmente valiosas para conseguir mejoras.

Una de las conclusiones más llamativas del test de evaluación diagnóstica es que un elevado porcentaje de estudiantes tiene formación previa de dibujo, sin embargo, pocos consideran llegar bien preparados. Aún así, esta deficiencia no es corregida desde el momento de la matriculación hasta bien entrado el curso, cuando generalmente ya es demasiado tarde.

### *La competencia de responsabilidad*

Las conclusiones más llamativas de la encuesta de opinión sobre la docencia de la asignatura fueron que eran preferibles los métodos clásicos, es decir, que el profesorado explique y haga ejemplos en clase y que la documentación esté disponible en papel. Esta es una actitud pasiva que muestra falta de esfuerzo para afrontar nuevos retos.

Todo aprendizaje, pero en particular aquel que es relevante y duradero, requiere de la participación del individuo. Por ello, debemos proporcionar al estudiante las condiciones para que pueda aprender y apelar a su responsabilidad para que se involucre en su aprendizaje:

Es fundamental proporcionar al alumnado herramientas de planificación y organización que permitan gestionar su tiempo a lo largo del curso.

La posibilidad de evaluar su propio proceso de aprendizaje de modo que ayude al estudiante a comprender sus fortalezas y debilidades.

El equipo docente de la asignatura adopta el modelo pedagógico Flipped Classroom ya que coincide en gran parte con nuestras conclusiones. Este modelo transfiere parte del proceso de enseñanza-aprendizaje al tiempo individual del alumno fuera del aula, con el fin de utilizar el tiempo de clase para el desarrollo de procesos cognitivos de mayor complejidad que favorezcan el aprendizaje significativo.

En definitiva, se trata de buscar el método para que el alumnado sea capaz de buscar información y resolver nuevos problemas que se presenten.

### **Referencias**

- Alcober, J.; Ruiz, S.; Valero, M. (2003). *Evaluación de la implantación del aprendizaje basado en proyectos en la EPSC (2001-2003)*. Actas del XI Congreso Universitario de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas. Vilanova i la Geltrú, Spain.
- Anderson, L.W.; Krathwohl, D.R. (Eds.). (2001). *A taxonomy for learning, teaching and assessing: A revision of Bloom's taxonomy of educational objectives*. Allyn & Bacon. Boston, MA (Pearson Education Group).
- Cochran-Smith, M. (2009). *Re-culturing teacher education: Inquiry, evidence, and Action*. Journal of Teacher Education, 60(5), 458-468. ISSN: 0022-4871
- López, J.; Herrero, I.; Jimbert, P.; Iturrondobeitia, M.; Toledo, N. (2017). *Diseño disruptivo de la asignatura de expresión gráfica*. Actas del XXV Congreso Universitario de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas. Badajoz, Spain. ISBN: 978-84-697-6395-7
- Orden CIN/311/2009, de 9 de febrero, que establece los requisitos para la verificación de los títulos universitarios oficiales que habiliten para el ejercicio de la profesión de Ingeniero Industrial. BOE 19 de febrero de 2009.
- Pérez, A.I. (2010). *Aprender a educar. Nuevos desafíos para la formación de docentes*. Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado, 68 (24,2), pp. 37-60. ISSN: 0213-8646

J. López, I. Herrero, P. Jimbert, M. Iturrondobeitia, N. Toledo

- Quintero, A.; García-Valcárcel, A.; Hernández, A.; Recamán, A. (2012). *Qué piensan los profesores y alumnos sobre la metodología del aprendizaje colaborativo a través del TIC*. Actas de XIX Jornadas Universitarias de Tecnología Educativa (JUTE). ISBN: 9788484584094
- Santiago, R.; Díez, A.; Andía, L.A. (2017). *Flipped classroom. 33 experiencias que ponen patas arriba el aprendizaje*. Editorial UOC, Barcelona, Spain. ISBN 978-84-9116-975-8.
- Toledo, N.; López, J.; Jimbert, P.; Herrero, I. (2016). *A multidisciplinary PBL-based learning environment for training non-technical skills in the CAD subject*. In Book Research in Interactive Design. Mechanics, Design Engineering and Advanced Manufacturing. Editors: Fischer, X.; Daidie, A.; Eynard, B.; Paredes, M. Publisher: Springer, volume 4, pp. 607-612. ISBN: 978-3-319-26121-8. DOI 10.1007/978-3-319-26121-8
- Villa, L.M. (2017). *Influencia del grado de exigencia en las asignaturas sobre la valoración de la docencia por parte de los estudiantes de enseñanzas técnicas de la rama industrial*. Técnica Industrial, 318, pp. 40-47. DOI: 10.23800/9986. ISSN: 0040-1838.



## MediaLab: Nueva formación tecnológica y humanística en la Universidad de Oviedo

Ramón Rubio-García<sup>a</sup>, Marián García-Prieto<sup>a</sup>,

<sup>a</sup>Departamento de Construcción e Ingeniería de Fabricación, Universidad de Oviedo, rrubio@uniovi.es

<sup>b</sup>Ampliación de datos sobre los autores (procedencia, mail...) y <sup>c</sup>Ampliación de datos sobre los autores (procedencia, mail...).

---

### **Abstract**

*Medialabs are creative spaces for digital, innovative and collaborative projects. There is no singular concrete definition and that is why they are found in different fields such as design, journalism, architecture, digital arts, new technologies and engineering. This paper describes the setting up of medialab in the University of Oviedo. It has been inspired by established medialabs: MIT, Amsterdam, Helsinki and Salamanca among others. Its aim is to improve student training and it consists of three layers : technology, design and business/social values. Our purpose is to promote fourth generation technologies (technology layer), using them in hybrid projects (design layer) in a market-oriented way (value layer). The University of Oviedo medialab has been set up in 2018 in collaboration with Gijon City Council.*

**Keywords:** Medialab, technology, design, entrepreneurship

---

### **Resumen**

*Los medialabs son espacios de creatividad, de creación de proyectos digitales, innovadores y colaborativos. Sin una definición concreta y cerrada, albergan alrededor de todo el mundo campos como el periodismo, diseño, arte digital, arquitectura, las nuevas tecnologías o la ingeniería. En esta comunicación se describe la creación de un Medialab en la Universidad de Oviedo, que toma elementos característicos del Medialab del MIT, Amsterdam, Helsinki y Salamanca entre otros. Con el objetivo de mejorar la formación de los estudiantes, se construye sobre tres capas: tecnología, diseño y valor. Se quiere dar a conocer*

26 Congreso Universitario de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas (2018)

*las nuevas tecnologías de la industria 4.0 (capa tecnología) utilizándolas en proyectos híbridos (capa de diseño) con una orientación de mercado (capa de valor). El Medialab de la Universidad de Oviedo se constituyó en 2018 como una cátedra de colaboración con el Ayuntamiento de Gijón.*

**Palabras clave:** *Medialab, tecnología, diseño, emprendimiento*

### **Introducción, Justificación y Objetivos**

Todos los días se oyen y ven noticias en los medios de comunicación sobre extraordinarias aplicaciones de nuevas tecnologías. Ya no nos sorprenden conceptos como: big data, drones, impresoras 3d, inteligencia artificial o internet de las cosas. Conceptos que se materializan en multitud de artefactos, relaciones virtuales o nuevos servicios que nos rodean.

Los profesionales de ahora y del futuro, deben conocer las tecnologías que utilizan y no verlas como simples cajas negras que dan ciertos resultados que por deformación, pueden dejar de tener un visión crítica sobre ellos. Si bien el objetivo formativo puede parecer claro, su implementación no es sencilla. Los planes de estudio están regidos por normas que no permiten una adecuación flexible.

Inspirados por el trabajo similar que viene realizando el MIT desde hace más de treinta años, se describe a continuación un planteamiento docente diferente que forme no sólo en tecnologías, sino en habilidades transversales y con una clara visión de mercado.

### **Trabajos Relacionados**

En España hay documentados ocho medialabs (aunque la cifra puede variar debido al uso ambiguo de la palabra lo que hace difícil identificar), que nacen de iniciativas municipales y universidades públicas y privadas.

El más conocido es el Medialab Prado, creado en el año 2002 por el Ayuntamiento de Madrid. Está concebido como laboratorio ciudadano de producción, investigación y difusión para explorar las formas de experimentación y aprendizaje colaborativo que han surgido de las redes digitales. Existen dos medialabs en universidades públicas: Salamanca y Granada.

**Medialab USAL:** El medialab depende del Servicio de Producción e Innovación Digital que a su vez, depende del Vicerrectorado de Promoción y Coordinación. Se ocupan de cuatro líneas de trabajo: Experimentación digital, innovación Educativa, espacio de creatividad e innovación social.

**MediaLab UGR:** Se concibe como un espacio de encuentro para el análisis, investigación y difusión de las posibilidades que las tecnologías digitales generan en la cultura y en la sociedad en general. Cuenta en la actualidad con tres líneas prioritarias de trabajo: Sociedad Digital, Humanidades Digitales y Ciencia Digital.

*26 Congreso Universitario de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas (2018)*

Aunque los medialabs universitarios pretenden, por un lado, servir de nexo entre la sociedad y la academia, convirtiéndose en un espacio de cocreación y colaboración ciudadana (Romero-Frías, 2017), las actividades desarrolladas en cada uno confirma la dificultad que hay en concretar una definición de medialab a nivel nacional, aunque sí se puede hacer una clasificación en base a su orientación.

### **Experimentación / Trabajo Desarrollado**

El MediaLab plantea tres capas fundamentales de trabajo: tecnología, diseño y valor.

**TECNOLOGÍA:** Como adelantamos, uno de los objetivos es adentrarse en las nuevas tecnologías. Así, MediaLab pone a disposición de toda la comunidad universitaria nuevas tecnologías y conocimiento para creación de prototipos, internet de las cosas, drones, electrónica, realidad virtual y cualquier nueva tecnología que ofrezca ventajas a la ciudadanía, con una aplicación multidisciplinar.

**DISEÑO:** El MediaLab estará formado por líneas de trabajo alineadas con la estrategia regional para una especialización inteligente: Asturias RIS3. Cada línea de trabajo estará dirigida por un profesor universitario y gestionará personal y equipamiento para llevar a cabo proyectos dentro de cada línea. El desarrollo de los proyectos en las líneas de trabajo se realiza con metodologías ágiles y design thinking. Todo el personal de cada línea de trabajo recibirá formación en tres campos: diseño, comunicación y humanidades. Esta formación será impartida por personal del MediaLab y la propia Universidad de Oviedo. MediaLab nace con cuatro líneas de trabajo: *Destinos turísticos inteligentes*, *Naturalizando el diseño*, *Nanomateriales y sensores aplicados a la biomedicina e Ingeniería y envejecimiento* con dos o tres proyectos cada una ya en marcha.

**VALOR DE LA IDEA:** Las ideas generadas y exploradas en el medialab deben ponerse en valor, y la creación de una spin-off o la innovación social, sirven de estímulo para generar una emoción y motivación durante el aprendizaje que fije más competencias y destrezas en los alumnos.

MediaLab ofrece cinco espacios o formas de participación:

**Bits & Átomos:** El laboratorio de prototipado físico (átomos) y el digital (bits) está dotado de equipamiento que podrá ser utilizado bajo un sistema de gestión de tiempo.

**Proyectos:** Ligados a líneas de trabajo del MediaLab y bajo coordinación del profesor responsable.

**Formación:** Cursos, seminarios, diferentes actividades organizadas por el MediaLab.

**Habilitadoras:** Una forma de colaboración en la que se ofrecen conocimientos y habilidades a los miembros del MediaLab.

**Mecenas:** Apoyo económico al desarrollo de proyectos.

*26 Congreso Universitario de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas (2018)*

A estas formas de participación pueden acceder:

**Estudiantes:** De Universidad y de centros adscritos. Podrán reservar el uso de los talleres, participar en proyectos, bien como becarios o realizando su TFG/TFM y también podrán asistir a todos los cursos que se ofrezcan.

**Profesor:** Además del uso de talleres, participar en proyectos y formación, podrán ser habilitadores de conocimiento.

**Escolares:** A pesar de no ser universitarios, se les facilitará la participación en proyectos y podrán asistir a cursos.

**Empresa:** Podrán participar en proyectos, asistir a formación, ser habilitadoras y mecenas.

**Ciudadanía:** Podrán participar en proyectos y asistir a cursos de formación en dos formas de acceder al MediaLab: miembro y visitante.

### **Conclusiones**

La creación de un medialab que aúne investigación, formación técnica y humanística, orientación al mercado por parte de la Universidad de Oviedo y con un apoyo extraordinario del Ayuntamiento de Gijón y la empresa municipal Impulsa, tiene como principal objetivo liderar una nueva orientación en la formación universitaria. El planteamiento se basa en tres capas: tecnología, con especial hincapié en la industria 4.0; diseño, con nuevas metodologías ágiles de trabajo y valor de mercado, con desarrollos de proyectos preparados para validarse en el mercado. MediaLab Uniovi se inspira en el MIT Media Lab con cuatro líneas de trabajo de investigación que hibridan campos de conocimiento y que utilizan nuevas tecnologías. El mayor o menor éxito de esta iniciativa lo iremos detallando en futuros congresos de innovación.

### **Referencias**

Quintanilla M.A, Parselis, M., Sandrone, D., Lawler, D. (2017). Tecnologías entrañables. Los Libros de la Catarata; ISBN-13: 978-8490973134. Edición: 1 (17 de abril de 2017). 112 pp.

Cotec, (2016). Informe COTEC. Disponible en : <http://cotec.es/proyecto/informe-cotec-2016/>

Romero-Frías, E., Robinson-García, n., (2017), Laboratorios sociales en Universidades: Innovación e impacto en Medialab UGR. Comunicar, nº 51, v. XXV, 2017 | Revista Científica de Educomunicación | ISSN: 1134-3478; e-ISSN: 1988-3293



## Mejora de la calidad de los TFG en grados de Ingeniería

Miguel Fernández García<sup>a</sup>, Leticia Alonso González<sup>b</sup>, Ana Arboleya Arboleya<sup>c</sup>, Jaime Laviada Martínez<sup>d</sup> y Carlos Vázquez Antuña<sup>e</sup>

<sup>a, b, d, e</sup> Área de Teoría de la Señal y Comunicaciones – Universidad de Oviedo

<sup>c</sup> Área de Teoría de la Señal y Comunicaciones – Universidad Rey Juan Carlos

Contacto: <sup>a</sup>mfgarcia@tsc.uniovi.es, <sup>b</sup>lalonso@tsc.uniovi.es, <sup>c</sup>ana.arboleya@urjc.es,

<sup>d</sup>jlaviada@tsc.uniovi.es, <sup>e</sup>cvazquez@tsc.uniovi.es

---

### **Abstract**

*The aim of this project is to modify the methodology which is usually applied to the Final Project subject in engineering studies. A group of students will collaborate to develop and integrate different functional blocks of a whole telecommunication system, with close to commercial specifications. In addition, each Final Project will be designed to provide the students with new knowledge and skills that are not covered in the previous academic stage. In this way, it is intended to increase the interest and involvement of the student in the Final Project, improving both the quality of the work developed and the student academic training.*

**Keywords:** Final Project, quality, abilities, competences, employability.

---

### **Resumen**

*En este proyecto se plantea modificar la metodología con la que habitualmente se enfocan los Trabajos Fin de Grado en estudios de ingeniería. Se propone la colaboración entre varios alumnos para desarrollar diferentes bloques de un sistema de telecomunicación, y la integración final de todos ellos para alcanzar una funcionalidad próxima a la de un sistema comercial. Además, cada Trabajo Fin de Grado se diseñará de manera que aporte al alumno conocimientos y competencias no cubiertos a lo largo de sus estudios, proporcionándole una formación complementaria. Se pretende así aumentar el interés y la implicación del alumno y mejorar tanto la formación recibida como la calidad del trabajo realizado.*

**Palabras clave:** Trabajo Fin de Grado, calidad, habilidades, competencias, empleabilidad.

## **Introducción, Justificación y Objetivos**

El presente trabajo se ha realizado durante el curso 2016/17 en el marco del Proyecto de Innovación Docente con referencia PAAIN-16-044, de la Universidad de Oviedo. El punto de partida es la preocupante pérdida de calidad de los Trabajos Fin de Grado (TFG) en estudios de Ingeniería observada por los autores. Entre las posibles causas, se han identificado las siguientes: por una parte, el incremento del número de TFG por curso, sin que se hayan redimensionado los recursos, podría asociarse a la elaboración de propuestas de TFG poco adecuadas. Por otra parte, el alumnado de los actuales Grados tiende a percibir el TFG como un simple trámite necesario para la finalización de sus estudios, sin ser consciente de los beneficios que un buen TFG le puede aportar en términos de adquisición y/o mejora de nuevos conocimientos, competencias y habilidades. Este último aspecto es especialmente relevante, aunque no exclusivo, en estudios de ingeniería, en los que los Proyectos Fin de Carrera de los antiguos planes de estudios, y los actuales TFG, deberían suponer un nexo entre la etapa académica del estudiante y sus primeras experiencias profesionales.

Como objetivo general se plantea abordar los dos problemas descritos, modificando la metodología seguida en la elaboración de los TFG. Se diseñará un conjunto de TFG cuya ejecución aporte al estudiante un alto valor añadido en cuanto a adquisición de nuevas competencias y habilidades, prestando especial atención a aquellas demandadas desde entornos laborales, como la capacidad de trabajo en equipo, pensamiento crítico o de diseño de soluciones ante un problema nuevo. Además, se intentará que los estudiantes involucrados sean conscientes de todo lo anterior antes de comenzar a desarrollar su TFG. Con ello se persigue incrementar su motivación, que se considera fundamental para la consecución de la mejora de la calidad.

## **Trabajos Relacionados**

La necesidad de enfocar el TFG como una oportunidad para el alumno de adquirir nuevos conocimientos y adquirir/desarrollar competencias y habilidades como la capacidad de trabajo autónomo y la autocrítica, que contribuyen a la mejora de su empleabilidad, ya se plantea en (Jornada, 2013). También se indica la importancia de informar adecuadamente al alumno sobre estos aspectos, para que este sea consciente de los beneficios que le pueden aportar. Así, se intenta que el alumno entienda la importancia de esta etapa de sus estudios y adquiera un papel protagonista en su propia formación.

Aparte de cumplir con los requisitos anteriores, se debe garantizar la calidad del TFG, tanto desde un punto de vista académico, como en términos de los beneficios para el estudiante ya indicados. Existen pocas referencias bibliográficas que traten este aspecto, lo que puede deberse al corto recorrido que aún tienen los nuevos planes de estudio. Tradicionalmente, la calidad se suponía garantizada por el sistema de evaluación (Escudero, 2012), que ha evolucionado desde el tribunal clásico hasta la evaluación de competencias adquiridas y/o la aplicación de rúbricas más o menos elaboradas (Moreno, 2012). Ninguno de estos sistemas tiene

en cuenta la motivación del estudiante que, a juicio de los autores, juega un papel destacado. Además, no se han encontrado referencias en las que se evalúe este último aspecto.

En este trabajo se tratará de combinar los dos puntos anteriores en un mismo TFG, para analizar las relaciones entre adecuación de las propuestas de TFG, información con la que cuenta el alumno, motivación, resultados de aprendizaje y utilidad de cara al futuro laboral.

### **Experimentación / Trabajo Desarrollado**

El trabajo desarrollado ha implicado a tres alumnos. Se puede dividir en tres bloques: definición de cada TFG, información para el alumno y ejecución de los TFG. Finalmente, se evalúan los resultados obtenidos en base a los indicadores descritos en la siguiente sección.

**Diseño de los TFG:** Se ha planteado el desarrollo e implementación de un sistema de telecomunicación con funcionalidad plena o, al menos, muy cercana a la de un producto comercial que, en este caso particular, consiste en un radioaltímetro para navegación aérea. El sistema se ha dividido en tres bloques funcionales, dando lugar cada uno de ellos a una propuesta de TFG: circuitería RF, sistema de antenas y sistema de control, procesado y visualización. De esta manera, el proyecto involucra tres ramas de la Ingeniería de Telecomunicación, adquiriendo cierto carácter multidisciplinar. Además, a la hora de realizar la división, se ha procurado que el resultado sea completamente modular. Se pretende así que cualquier problema que surja con alguno de los trabajos no afecte al resto y que, en el peor de los casos, se puedan realizar de manera independiente. Como aspecto más relevante, en esta etapa también se ha definido el alcance de cada TFG y las tareas a realizar, prestando especial atención a los beneficios que se deben proporcionar al estudiante.

**Información para el alumno:** En la propuesta de cada TFG, además de la descripción del trabajo a realizar, se hace especial hincapié en el valor añadido que tendrá el trabajo en términos de nuevos conocimientos, habilidades y competencias que adquirirá el estudiante. Esta información también se comunica a los estudiantes justo antes de comenzar a ejecutar su TFG.

**Ejecución de los TFG:** Cada alumno desarrolla su TFG en base a las especificaciones impuestas para garantizar la futura integración de todos los bloques, siguiendo el plan de trabajo definido y contando con la ayuda de su tutor.

### **Principales Resultados**

Los resultados del trabajo se han evaluado a partir de los indicadores presentados en la Tabla *I* junto con la forma de evaluación, los resultados obtenidos y la valoración por parte de los autores.

Tabla 1. Indicadores para la evaluación del trabajo.

Indicador	Modo de evaluación	Resultados	Valoración
Grado de adquisición de nuevas competencias	Seguimiento durante TFG	Bueno	Bueno
Calificaciones	Actas de defensa	9.8 y 10/10	Excelente
Utilidad el TFG para conseguir trabajo relacionado	Seguimiento durante 6 meses tras TFG	Todos los alumnos lo consiguen	Excelente
Interés	Número de solicitudes recibidas	3	Aceptable

En este punto, debe aclararse que uno de los estudiantes involucrados abandonó el proyecto por cuestiones laborales. Esto no afectó al resto de trabajos, debido a su diseño modular. Además, sirvió para comprobar el grado de implicación del resto de estudiantes, que asumieron las tareas pendientes necesarias para la implementación del prototipo final, lo que también se considera como indicador positivo.

### Conclusiones

El diseño de propuestas de TFG que proporcionen un alto valor añadido al estudiante, combinado con el esfuerzo para que el alumno sea consciente de ello, consigue mejorar la motivación con la que este afronta su TFG. Esto favorece que el alumno se implique en un alto grado en el trabajo a realizar, mejorando el grado de adquisición de nuevas competencias y habilidades, que deben ser planeadas desde el diseño de la propuesta. Como consecuencia, el alumno tiende a obtener buenos resultados a nivel académico, además de diferenciarse positivamente de cara a su incorporación al mundo laboral. Finalmente, es necesario destacar que, para conseguir los beneficios indicados, el profesorado debe implicarse en gran medida en todo el proceso, lo que colisiona con los sistemas actuales de reconocimiento de carga docente.

### Referencias

- (2013), *Jornada sobre el Trabajo Fin de Grado*, Universidad de Zaragoza, accesible en [http://www.unizar.es/ice/images/stories/materiales/jornada\\_fin\\_de\\_grado\\_2013/Resumen\\_JornadaTFG\\_ICEUZ\\_20130620.pdf](http://www.unizar.es/ice/images/stories/materiales/jornada_fin_de_grado_2013/Resumen_JornadaTFG_ICEUZ_20130620.pdf) (último acceso: septiembre 2016).
- Escudero D., Hernández-Leo D. (2012), *Aplicación de buenas prácticas para la mejora de la calidad de los trabajos de fin de grado en Ingeniería en Diseño Industrial*, Simposio Internacional sobre Innovación y Calidad en la Formación de Ingenieros, Valladolid.
- Moreno V., Hernández-Leo D., Camps I., Melero J. (2012), *Uso de rúbricas para el seguimiento y evaluación de los trabajos de fin de grado*, II Congreso Internacional sobre evaluación por competencias mediante eRúbricas, Málaga.



## **Desarrollo de competencias profesionales en las prácticas de laboratorio/taller.**

**Silvia Marzal<sup>a</sup>, Juan José Cabezas<sup>a</sup>, Antonio Ortega<sup>a</sup>, Jesús Sandía<sup>a</sup>, Raul González-Medina<sup>a</sup>, Marian Liberos<sup>a</sup>**

S.Marzal, J.J. Cabezas, A. Ortega, J. Sandía, R. González-Medina y M. Liberos pertenecen al Grupo de Sistemas Electrónicos Industriales del Departamento de Ingeniería Electrónica, Universitat Politècnica de València, Camino de Vera s/n, 46022 Valencia, España; [silmarro@upv.es](mailto:silmarro@upv.es), [juacama5@posgrado.upv.es](mailto:juacama5@posgrado.upv.es), [aortega@florida-uni.es](mailto:aortega@florida-uni.es), [jesanpa@eln.upv.es](mailto:jesanpa@eln.upv.es), [raugonme@upv.es](mailto:raugonme@upv.es), [mali-mas@upv.es](mailto:mali-mas@upv.es)

Este trabajo ha sido financiado por el proyecto ENE2012-37667-C02-01 del Ministerio de Economía y Competitividad (MINECO). Beca FPI BES-2013-064539 de estudios de doctorado financiado por MINECO.

---

### **Abstract**

*Competency-based learning represents a change in the teaching methodology and evaluation methods. In this regard, the development of professional skills, particularly for laboratory and technical classroom, is proposed in this paper. Therefore, the context of this competence is analyzed and a methodology for its develop is proffered. As a result a framework to promotes this competence in the classroom-workshop in a more connected way with the real work world is defined.*

**Keywords:** *Competency-based learning, professional skills, professionalization of workshop/laboratory classrooms*

---

### **Resumen**

*A nivel universitario la formación basada en competencias supone un cambio en la metodología docente y en los modelos de evaluación. Partiendo de este respecto, este artículo propone el desarrollo de competencias profesionales de manera particular en las aulas de laboratorio/taller. Para ello, se analiza el contexto de esta competencia y se define una metodología para su desarrollo en las aulas prácticas. Como resultado se define un marco de actuación para la promoción de esta competencia de una manera más conectada al mundo laboral en el aula.*

**Palabras clave:** *Formación basada en competencias, competencia profesional, profesionalización aula laboratorio/taller.*

## **Introducción**

La formación de profesionales competentes es un objetivo esencial de la Educación Superior Contemporánea. Hoy en día la demanda de profesionales con capacidades para resolver eficaz y eficientemente problemas de la práctica laboral además de lograr un desempeño ético y responsable está creciendo. La educación basada en competencias guía al proceso educativo hacia la adquisición de conocimientos, habilidades y actitudes necesarias para la práctica profesional efectiva.

La competencia según (Villa Sánchez, 2011) es la capacidad para desempeñarse de forma eficaz en un contexto determinado. Las competencias son una interacción dinámica entre conocimientos, habilidades, actitudes y valores movilizados según las características del contexto en que se encuentre el sujeto y de su tipo de desempeño (CEDEFOP, CINTERFOP). Es decir, una competencia implica la habilidad de hacer frente a demandas complejas apoyándose en y movilizando recursos psicosociales (incluyendo destrezas y actitudes) en un contexto en particular: es saber hacer, saber estar y saber ser en contexto (Martínez García, 2009). Por ello, la preparación profesional trata de reducir la brecha entre el ámbito académico y el laboral, abarcando tanto la formación en competencias específicas como el entrenamiento en competencias genéricas, siendo algunas de éstas la comunicación efectiva, la resolución de problemas, la gestión de la información, la adaptación a los cambios, la disposición hacia la calidad, etc. Aunque comúnmente se definen las competencias genéricas como aquellas que son independientes del área de estudio y las competencias específicas como aquellas relativas a cada área temática, es necesaria la integración de ambas para desarrollar la competencia profesional (Schneckenberg 2006; Muñoz Escudero 2008).

En este contexto de búsqueda de mejora de la calidad de la educación en las universidades, se determina que una manera de desarrollar la competencia profesional es por medio de las prácticas de laboratorio (Fajardo, 2015). La competencia profesional no nace en el sujeto, sino que es construida por el proceso de su formación y ello implica la necesidad de lograr una atención diferenciada en el proceso de educación de la competencia profesional (González Maura, 2009).

El proceso de adaptación al Espacio Europeo de Educación Superior (EEES) lleva ejecutándose ya varios años en las universidades españolas y a pesar de ello, las Guías Docentes siguen presentando vacíos u oportunidades para el desarrollo de nuevas competencias. En este documento se habla concretamente de las competencias asociadas a las prácticas de taller o laboratorio, prácticas generalmente utilizadas como un mero instrumento de evaluación para una competencia determinada. El trabajo del alumnado en el laboratorio o taller debe ser tratado como un paso previo o, en última instancia, alternativo a las prácticas en

empresa, debido a su carácter opcional, y de este modo preparar mejor al alumno para el mundo laboral. Por ello se propone en este documento agrupar una serie de competencias generales y específicas, asociándolas a las prácticas en taller o laboratorio, y desarrollar así una competencia profesional, cumpliendo con ello con una de las competencias básicas del Marco Español de Cualificaciones para la Educación Superior (MECES).

### **Trabajos Relacionados**

El cambio metodológico propiciado por la EEES está adherido al movimiento de empleabilidad (Riesco Gonzalez 2008). Dicho término apunta a la capacidad de una persona para ocupar un puesto ofrecido en el mercado laboral. En 1995 la Comisión Europea estableció en el Libro Blanco « Enseñar y aprender » cinco puntos estratégicos para potenciar las políticas de empleabilidad. Bajo esta visión surgieron las primeras referencias a las competencias vistas como el conjunto de conocimientos y capacidades que permiten la realización de la actividad laboral. Actualmente, autores como González-Maura (2006), Parrenoud (2005,2008), Muñoz Escudero (2009), o más recientemente Alonso Gatell (2016) o Perez (2017), han introducido definiciones de competencia basadas en la naturaleza y forma de ésta, reconociendo de esta forma las competencias profesionales. En este contexto, surgen autores que determinan que la mejor herramienta docente para desarrollar la competencia profesional en el ámbito universitario es mediante las prácticas laboratorio/taller. Por ejemplo, Feisel (2005) destaca la importancia del rol del laboratorio en el aprendizaje así como la evolución que ha sufrido éste hasta formar parte en el desarrollo de competencias profesionales. Los efectos de la práctica en el contexto universitario se han puesto de manifiesto por (Sak, 2009). Además, otros autores como Fajardo (2015) o Bravo (2015) proponen el diseño de guías de laboratorio para desarrollar competencias laborales específicas.

Tal y como se destaca, existen varias referencias en la literatura a la competencia profesional y se reconocen las prácticas de laboratorio/taller como una estrategia didáctica para el desarrollo y fortalecimiento de ésta en el ámbito universitario. Sin embargo, en ninguno de los estudios destacados se contempla la necesidad de definir la competencia profesional como una actividad evaluable y propia de las asignaturas prácticas, tal y como se propone en esta investigación.

### **Metodología**

A continuación se presenta la propuesta de incorporación de competencias generales y específicas a desarrollar para alcanzar una competencia profesional en el laboratorio/taller. Esta metodología se ha diseñado para que pueda ser adaptada en cualquier asignatura que emplee el laboratorio o el taller como recurso para el aprendizaje en la Universitat Poli-

técnica de València. Para ello cada competencia consta de tres niveles de dominio, los cuales presentan una serie de indicadores que sitúan al alumno en un nivel de dominio u otro:

1. Asumir la responsabilidad de crear un entorno de trabajo seguro, saludable y respetuoso con el medioambiente.

El alumno debe comprender que es responsable de su bienestar y de su seguridad, asimismo de la de los demás, cuando trabaja con equipos eléctricos y mecánicos o manipula sustancias químicas. Los niveles de dominio e indicadores para esta competencia se presentan en la tabla 1:

**Tabla 1 Niveles e indicadores de la competencia: seguridad en el entorno de trabajo**

<b>Nivel de dominio</b>	<b>Indicadores</b>
<b>Primer Nivel</b>	El alumno: <ul style="list-style-type: none"><li>- Entiende que es responsable de su seguridad y la de los demás</li><li>- Tiene un comportamiento adecuado</li><li>- Utiliza técnicas de trabajo seguras</li><li>- Sigue las normas propias del laboratorio/taller</li></ul>
<b>Segundo Nivel</b>	El alumno: <ul style="list-style-type: none"><li>- Es capaz de detectar riesgos y actuar para eliminarlos</li><li>- Se asegura que el entorno de trabajo es seguro y realiza revisiones periódicas</li><li>- Vigila el cumplimiento de las normas propias del laboratorio/taller</li></ul>
<b>Tercer Nivel</b>	El alumno: <ul style="list-style-type: none"><li>- Es un ejemplo ante sus compañeros a la hora de trabajar de forma segura</li><li>- Comprende detalladamente todas las normas, prácticas y requerimientos y sus consecuencias</li><li>- Identifica cualquier riesgo y lo elimina de forma efectiva y eficiente</li><li>- Aporta nuevos y mejorados sistemas de trabajo</li></ul>

2. Entender completamente los requisitos, problemas y resultados propios de su ámbito de trabajo.

El alumno debe ser capaz de identificar ante un problema, los requisitos mínimos para darle solución y prever y entender los posibles resultados de su trabajo. Los niveles de dominio e indicadores de esta competencia se presentan en la tabla 2:

**Tabla 2 Niveles e indicadores de la competencia: Habilidades en el laboratorio/taller**

<b>Nivel de dominio</b>	<b>Indicadores</b>
<b>Primer Nivel</b>	El alumno: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Es capaz de enfrentarse a los problemas que le pueden surgir en la práctica de laboratorio con normalidad</li> <li>- Aprende progresivamente nuevos conocimientos</li> <li>- Sigue correctamente las instrucciones y ayuda a otros a comprenderlas</li> <li>- Consigue sus objetivos sin dificultades</li> </ul>
<b>Segundo Nivel</b>	El alumno: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Entiende como su trabajo afecta a los demás miembros del grupo</li> <li>- Es capaz de resolver problemas complejos</li> <li>- Tiene una actitud proactiva, animando a los demás miembros del grupo</li> </ul>
<b>Tercer Nivel</b>	El alumno: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Se mantiene al corriente sobre las nuevas tecnologías y avances científicos</li> <li>- Entiende en qué manera las decisiones que toma pueden afectar al grupo</li> <li>- Muestra un profundo entendimiento sobre la materia que estudia</li> </ul>

3. Entender completamente el propósito, funcionamiento y mantenimiento de los equipos propios del laboratorio/taller

Cada uno de los equipos instalados en un laboratorio/taller tiene una función concreta. El alumno debe saber y entender que uso se le puede dar a cada uno de los equipos propios de su área de trabajo, como hacerlos funcionar y tener nociones básicas de cómo realizar un mantenimiento básico de los mismos. Los niveles de dominio e indicadores de esta competencia se presentan en la tabla 3:

**Tabla 3 Niveles e indicadores de la competencia :Conocimientos sobre los equipos de trabajo**

<b>Nivel de dominio</b>	<b>Indicadores</b>
<b>Primer Nivel</b>	El alumno: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Sigue los manuales de instrucciones adecuadamente</li> <li>- Realiza un mantenimiento básico/visual de los equipos</li> </ul>
<b>Segundo Nivel</b>	El alumno: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Entiende en profundidad e identifica fácilmente los equipos</li> </ul>

*Desarrollo de competencias profesionales en las prácticas de laboratorio/taller.*

	<p>asociados a la práctica que va a desarrollar</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Ayuda a otros alumnos a manejar y entender el funcionamiento de los equipos instalados en el aula</li> </ul>
<b>Tercer Nivel</b>	<p>El alumno:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Utiliza material especializado</li> <li>- Conoce todas las aplicaciones de cada equipo disponible</li> </ul>

4. Conocer y utilizar todos los medios TIC al alcance a la hora de respaldar un trabajo de forma efectiva y eficiente.

La forma de presentar un trabajo es esencial en el ámbito laboral. Por ello es importante que el alumno no solamente conozca una serie de herramientas TIC, sino su adecuada utilización acorde al contexto. Los niveles de dominio e indicadores de esta competencia se presentan en la tabla 4:

**Tabla 4 Niveles e indicadores de la competencia : Uso y conocimiento de herramientas TIC**

<b>Nivel de dominio</b>	<b>Indicadores</b>
<b>Primer Nivel</b>	<p>El alumno:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Sabe a quién acudir en caso de problemas con un software</li> <li>- Maneja software asociado al laboratorio/taller</li> <li>- Utiliza el software adecuado en cada situación</li> </ul>
<b>Segundo Nivel</b>	<p>El alumno:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Utiliza paquetes software especializado correctamente</li> <li>- Presenta resultados de forma profesional mediante TIC</li> <li>- Es capaz de solucionar problemas básicos relacionados con software y hardware</li> </ul>
<b>Tercer Nivel</b>	<p>El alumno:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Ayuda a otros a comprender y hacer uso de las TIC</li> <li>- Utiliza las TIC para ampliar sus conocimientos</li> <li>- Es capaz de solucionar problemas complejos relacionados con software y hardware</li> </ul>

5. Contribuir de forma efectiva al desarrollo del trabajo.

Existen varias formas de contribuir a la realización de un trabajo, desde la actitud que se tiene hacia el mismo hasta la organización de rutinas de trabajo. Esta competencia está muy ligada a la de trabajo en equipo, la cual se discutirá más adelante. Los niveles de dominio e indicadores de esta competencia se presentan en la tabla 5:

**Tabla 5 Niveles e indicadores de la competencia : Efectividad en el desarrollo del trabajo**

<b>Nivel de dominio</b>	<b>Indicadores</b>
<b>Primer Nivel</b>	El alumno: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Realiza una investigación o trabajo previo a la práctica</li> <li>- Se muestra abierto al aprendizaje y a la mejora</li> <li>- Alcanza los objetivos en un tiempo razonable</li> </ul>
<b>Segundo Nivel</b>	El alumno: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Es capaz de realizar tareas complejas de forma efectiva</li> <li>- Reconoce el significado de los resultados obtenidos</li> <li>- Demuestra iniciativa a la hora de ejecutar tareas y ayudar a otros a entenderlas</li> </ul>
<b>Tercer Nivel</b>	El alumno: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Aporta mayor valor al trabajo realizado con anexos pertinentes</li> <li>- Es capaz de relacionar el trabajo realizado con otros ámbitos y otras asignaturas de la titulación</li> </ul>

6. Trabajar en equipo y ser capaz de liderar un grupo

Trabajar en equipo y además adoptar el rol de líder del mismo es una experiencia necesaria en el aprendizaje de los alumnos. Ello les ayuda a desarrollar un clima de confianza entre compañeros de forma que el trabajo pueda realizarse de forma responsable y conjuntamente. También invita al alumnado a crear su propio sistema de normas y valores dentro del grupo, fomentando el compromiso, la empatía y el compañerismo. Los niveles de dominio e indicadores de esta competencia se presentan en la tabla 6:

**Tabla 6 Niveles e indicadores de la competencia : Trabajo en equipo**

<b>Nivel de dominio</b>	<b>Indicadores</b>
<b>Primer Nivel</b>	El alumno: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Acepta y cumple los objetivos consensuados por el grupo</li> <li>- Participa en las reuniones organizadas por el grupo</li> <li>- Realiza las tareas que se le asignan en tiempo y forma</li> </ul>
<b>Segundo Nivel</b>	El alumno: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Es participe en la concreción de los objetivos</li> <li>- Media en los conflictos que surgen en el grupo</li> <li>- Aporta más de lo que se le exige como miembro individual</li> </ul>

<b>Tercer Nivel</b>	El alumno: <ul style="list-style-type: none"><li>- Utiliza habilidades sociales y técnicas de comunicación para mantener al grupo cohesionado</li><li>- Ayuda en la gestión y funcionamiento del grupo</li><li>- Fija objetivos más allá de los mínimos y motiva al grupo a conseguirlos</li><li>- Realiza un control de todo el proceso de trabajo, horarios, cumplimiento de objetivos y comprobación de resultados.</li></ul>
---------------------	--

Las seis competencias presentadas muestran a un alumno capaz de trabajar en equipo e incluso de liderarlo de forma responsable, velando tanto por el cumplimiento de los objetivos como por la seguridad de sus compañeros. También muestran a un alumno interesado por su trabajo y ávido de alcanzar nuevas metas y de aportar valor añadido a cada una de las tareas que se le encomienden, todo ello utilizando el equipo apropiado para cada una de ellas y estando siempre atento a nuevas posibilidades y métodos de trabajo. Este alumno es un experto en el uso del hardware y del software propios de su ámbito de estudio, lo que le ayudará a conseguir unos resultados válidos que podrá presentar en el formato adecuado para cada situación. En definitiva, es un alumno que a través de las prácticas de laboratorio/taller ha aprendido una forma de saber, saber hacer, saber estar y saber ser que le acercan al entorno laboral.

## **Resultados**

Identificadas las competencias que se quieren adquirir a partir de las prácticas de laboratorio y sus respectivos indicadores, se ha elaborado un marco de actuación básico pero necesario para facilitar la obtención de las competencias propuestas. Dicho marco se presenta como resultado de esta investigación y consiste, de forma resumida, en los siguientes puntos:

- Todos los alumnos tendrán acceso a los manuales de funcionamiento de los equipos que vayan a utilizarse además de otros documentos relacionados con la seguridad en el lugar de trabajo, especialmente si van a trabajar con sustancias químicas. A partir de dichos documentos los alumnos redactarán un compendio de normas propias para el uso adecuado del equipo del aula además de un protocolo a la hora de manipular sustancias peligrosas. Dicha normativa deberá ser revisada y aprobada por el profesor y aceptada por todos los miembros del grupo de trabajo.
- Antes de cada práctica se deberá realizar un trabajo previo en el que el alumno, además de resolver los problemas propuestos, deberá elaborar una hipótesis sobre cual será el resultado final de la práctica. Realizada la práctica revisará su hipóte-

sis para validarla o refutarla, analizando detalladamente el motivo de uno u otro resultado.(investigación, relación con otras asignaturas)

- Todos los resultados obtenidos durante las prácticas y sus conclusiones deberán ser accesibles para todos los miembros del grupo mediante los recursos TIC pertinentes. (explicar mejor)
- Al final de una práctica cada grupo convocará una reunión con una duración de 5 minutos donde se realizará un ejercicio de autocrítica y se aportarán ideas de como mejorar la coordinación del grupo, reparto de tareas y roles, etc.

Estos cuatro puntos se presentan como base necesaria para el desarrollo de las competencias nombradas en el punto anterior. A partir de este documento de partida, deberán ser los propios alumnos los que desarrollen cada una de las competencias a partir de las oportunidades que ofrecen las prácticas de laboratorio/taller. El profesor deberá actuar en todo caso como guía para facilitar dicho proceso de adquisición competencial por parte de sus alumnos y supervisar que se consiguen al mismo tiempo los objetivos de la asignatura.

### Conclusiones

En el presente artículo la metodología seguida para el desarrollo de la competencia profesional en las aulas laboratorio/taller se ha presentado. La metodología se basa en la incorporación de competencias generales y específicas de manera particular en asignaturas de laboratorio/taller con el objetivo de que las prácticas estén más conectadas al mundo laboral y se mejore la preparación de los egresados de cara al futuro ejercicio de la profesión. Por otra parte, los resultados definen el marco de actuación a llevar a cabo para desarrollar y obtener de manera tangible las citadas competencias en el laboratorio.

### Referencias

- Bravo, L. E. C., Ortiz, J. A. T., & Guerrero, K. G. (2015). *Diseño de guías de laboratorio para desarrollar habilidades profesionales en la asignatura Automatización del programa de ingeniería industrial*. Academia y Virtualidad, 8(2), 112-122.
- CEDEFOP, *Perspectivas de la formación profesional para determinados miembros de la Comunidad Europea*. Informe de síntesis para Francia, Grecia, Portugal, España y Reino Unido, Oficina de Publicaciones Oficiales de las Comunidades Europeas, Luxemburgo, (1990).
- CINTERFOR, *Integración y formación: lecciones de la experiencia comunitaria europea y las perspectivas para el MERCOSUR*. Montevideo, (1992), página 150.
- Fajardo, J. D. C., Dussán, A. B., & Fonseca, S. M. C. (2015). *Diseño de las guías de laboratorio para desarrollar competencias específicas laborales en el programa de ingeniería industrial de la umng*. Revista Educación en Ingeniería, 10(19), 151-159.
- Feisel, L. D., & Rosa, A. J. (2005). *The role of the laboratory in undergraduate engineering education*. Journal of Engineering Education, 94(1), 121-130.

*Desarrollo de competencias profesionales en las prácticas de laboratorio/taller.*

- Gatell, A. A., Aguilar, N. T. Á., & Elizondo, J. A. C. (2016). *Environmental professional competence education: a need of university students and present and future society*. Journal of Education and Human Development, 5(1), 142-145.
- González Maura, V. (2009). *La formación de competencias profesionales en la universidad: reflexiones y experiencias desde una perspectiva educativa*, Revista Educación, vol. 21, n.o 8, Huelva, pp. 175-187.
- Martínez García, R., Ortega Valera, A.; Martínez Romero, M., Llorca Martínez, J. (2009). Integración de competencias genéricas y específicas en la asignatura sensores. Conference: 17ª edición del Congreso Universitario de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas, CUIEET.
- Muñoz Escudero, J. M. (2008). *Las competencias profesionales y la formación universitaria: posibilidades y riesgos*. Revista de docencia Universitaria.
- Pérez, C. D. Z. (2017). *Enseñanza de las competencias de investigación: un reto en la gestión educativa*. Atenas, 1(37), 1-14.
- Perrenoud, P. (2005). *Diez nuevas competencias para enseñar*. Retrieved September 3, 2015, from Revistas Científicas de la Universidad de Murcia: <http://www.revistas.um.es/index.php/educatio/>.
- Perrenoud, P. (2008). *Construir las competencias, ¿es darle la espalda a los saberes?* Universidad de Génova. Retrieved September 3, 2015, from Geneva University <http://www.redu.net/redu/index.php/REDU/article/>
- Riesco González, M. (2008). *El enfoque por competencias en el EEES y sus implicaciones en la enseñanza y el aprendizaje*.
- Sak, A. Z., & Saka, A. (2009). *Student teachers' views about effects of school practice on development of their professional skills*. Procedia-Social and Behavioral Sciences, 1(1), 1597-1604.
- Schneckenberg, D., & Wildt, J. (2006). *Understanding the concept of ecompetence for academic staff*. The challenge of ecompetence in academic staff development, 29-35.
- Villa Sánchez, A., & Poblete Ruiz, M. (2011). *Practicum y evaluación de competencias*.



## La enseñanza de Estadística Aplicada en el Grado de Ingeniería Forestal: para y por ingenieros.

Esperanza Ayuga-Téllez<sup>a</sup> y Concepción González-García<sup>a</sup>

<sup>a</sup> Grupo de Innovación Educativa en Técnicas Cuantitativas aplicadas a la Ingeniería Medioambiental, Universidad Politécnica de Madrid, mail: esperanza.ayuga@upm.es, concepcion.gonzalez@upm.es.

---

### **Abstract**

*The quality in the teaching of Applied Statistics for the Degree in Forest Engineering initially requires consider why, who and what should be taught. Answering these questions is the objective of this work. Natural discussion groups have been used to obtain results with the consensus of experts in the field. The conclusions have been: the need for Statistics in the training of Forestry Engineers, the adequacy that the teaching staff that teaches this subject belongs to the forest engineering field and that the main contents of the subject must to be: descriptive statistics, sampling techniques, estimation, hypothesis tests and linear models.*

**Keywords:** *discussion groups, profession, data analysis, linear model, sampling, estimation.*

### **Resumen**

*La calidad en la enseñanza de la Estadística Aplicada en el Grado de Ingeniería Forestal requiere palnatearse inicialmente por qué enseñar estadística, quién debe hacerlo y qué debe enseñar. Responder a estas cuestiones es el objetivo de este trabajo. Se han empleado los grupos naturales de discusión para obtener resultados con el consenso de expertos en el tema. Se ha concluido la necesidad de la estadística en la formación del Ingeniero Forestal, la adecuación de que el profesorado que la imparte sea ingeniero forestal y los contenidos principales sean Estadística descriptiva, técnicas de muestreo, estimación y contrastes de hipótesis y modelos lineales..*

**Palabras clave:** *grupos de discusión, profesión, análisis de datos, modelo lineal, muestreo, estimación.*

## **Introducción**

En los últimos años se ha dado un espectacular incremento en la preocupación social por los problemas relacionados con la calidad de los servicios, y en particular, de la enseñanza universitaria (Aparicio, 2000). El nuevo compromiso global por la educación, expresado en la agenda impulsada desde la UNESCO (2015), conocido como el Objetivo de Desarrollo Sostenible nº 4 (ODS 4) o Educación 2030, tiene como uno de sus principios rectores la calidad educativa.

La calidad docente es un objetivo a conseguir, tanto para un país, una Universidad o la titulación en su conjunto, como para las materias que la componen.

El desarrollo de una asignatura en una titulación concreta requiere un fundamento sólido que se base en el profundo conocimiento de las relaciones entre las materias que se imparten en el conjunto de la titulación, la profesión que se enseña y el mercado de trabajo de los egresados de la titulación.

Es necesario plantearse tres importantes cuestiones anteriores, incluso, al planteamiento de métodos y materiales que se deberían emplear en su enseñanza:

¿Por qué se debe enseñar esa materia en la titulación?

¿Quién debería enseñar esa materia?

¿Qué contenidos de la misma se deben enseñar?

Para responder a estas cuestiones debemos introducir las características principales de la titulación y de la materia que se consideran en este trabajo.

Las diversas ramas de la ingeniería tienen distintos orígenes y objetivos, pero todas comparten lo esencial: el espíritu aplicado (práctico), los tipos de tareas, la complejidad de los problemas y la forma sistemática de resolverlos, la fiabilidad y rigor de los modelos manejados, y la exigencia de calidad en los resultados (McLeod, 2010).

La Ingeniería Forestal (también denominada en España como Ingeniería de Montes) es una disciplina desarrollada inicialmente en Alemania (en 1811 se fundó la primera escuela forestal), con objeto de responder a la necesidad de mejora de la productividad de los montes. Con el tiempo, la profesión se fue ampliando hacia el desarrollo y optimización de los recursos naturales presentes en el monte: silvicultura, aprovechamiento, elaboración y transformación de productos forestales, infraestructuras específicas, etc. (Ayuga-Téllez et al., 2002).

El Ingeniero Forestal, por tanto, tiene su acción profesional en el monte, concepto que abarca un extenso territorio y que corresponde a todo lo que supone una Naturaleza menos transformada por la actividad humana y que es origen de recursos y bienes absolutamente imprescindibles para el hombre actual.

La preocupación actual por el cuidado y sostenibilidad de los recursos naturales ha propiciado que la sociedad demande profesionales que, por encima de la obtención de beneficios del Monte, realice tareas de protección y conservación del Medio Ambiente, Gestión de Espacios Naturales Protegidos, Ordenación del Territorio, Paisajismo, Jardinería, Gestión y Planificación del Arbolado Urbano, Gestión y Planificación del Medio Rural y Natural, Evaluación de Impacto Ambiental, Biodiversidad, Cartografía y Fotointerpretación, Contaminación, Gestión de Residuos, Gestión de Riesgos y Catástrofes Naturales, Desarrollo Rural, Agroturismo y Gestión del Ocio, Control de Calidad Ambiental, Ecología Aplicada,.... (Pons Rullán, 2002).

Actualmente la enseñanza de la profesión de Ingeniero de Montes o Forestal se imparte en diferentes titulaciones de Grado y Máster en muchas Universidades Españolas. En la Universidad Politécnica de Madrid (UPM), en concreto, las titulaciones con habilitación profesional son el Grado en Ingeniería Forestal y el Máster en Ingeniería de Montes.

No se entiende una formación en ingeniería, que depende tanto de la Matemática y la Ciencia, sin incluir la Estadística. No nos podemos permitir una sociedad con ingenieros anómicos -término acuñado por el profesor Paulos (2000)- y analfabetos científicos.

"La Estadística actual es el resultado de la unión de dos disciplinas que evolucionan independientemente hasta confluir en el siglo XIX: la primera es el Cálculo de Probabilidades, que surge en el siglo XVII como teoría matemática de los juegos de azar; la segunda es la "Estadística" (o ciencia del Estado, del latín Status) que estudia la descripción de datos, y tiene unas raíces más antiguas. La integración de ambas líneas de pensamiento da lugar a una ciencia que estudia cómo obtener conclusiones de la investigación empírica mediante el uso de modelos matemáticos", (Peña, 1993).

Desde el punto de vista de sus aplicaciones algunas definiciones son:

"La Estadística es la tecnología del método científico experimental. La Estadística proporciona instrumentos para la toma de decisiones cuando prevalecen condiciones de incertidumbre", (Mood, 1976).

En la misma línea, en que la Estadística es considerada como un conjunto de técnicas que nos permiten manejar la información, se encuentra la definición que da Barnett (1999): "ciencia que estudia cómo debe emplearse la información y cómo dar una guía de acción en situaciones prácticas que envuelven incertidumbre".

En casi todas las definiciones se recoge el empleo de modelos matemáticos para medir la incertidumbre y poder tomar una decisión.

El Ingeniero es un profesional capacitado para resolver problemas. Tradicionalmente los problemas de Ingeniería consistían en diseñar mecanismos o maquinaria para obtener su

mayor rendimiento. En la actualidad los problemas a que se enfrenta son diversos, pero su labor sigue siendo obtener el máximo rendimiento con un mínimo de recursos.

Así, el futuro ingeniero va a necesitar a lo largo de su formación y, probablemente, en su posterior etapa profesional, herramientas estadísticas para analizar situaciones y sistemas reales. Muchas de las herramientas necesarias para este tipo de análisis se basan en el conocimiento de las características principales de los modelos y casos en estudio.

La característica fundamental de un Ingeniero en la actualidad es su capacidad para proyectar construcciones diversas como edificios, fábricas, presas, aviones, barcos, naves espaciales,...y además, planificar explotaciones mineras, forestales, agrarias, etc.

En resumen, debe formarse para ser eficiente con creatividad.

### **Trabajos Relacionados**

Para obtener los resultados de este trabajo se han integrado diferentes materiales:

El trabajo de Peña y otros autores (1990), donde se recoge la opinión del profesorado de Estadística en 35 centros de enseñanza universitaria, empleando una encuesta con 7 ítems para valorar aspectos básicos de la enseñanza. Se completa con una descripción de tres experiencias de cambios metodológicos realizados en las Escuelas Técnicas Superiores de Ingeniería Industrial de la Universidad Politécnica de Barcelona y de la UPM y, en la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos de la Universidad Politécnica de Valencia.

La encuesta laboral y de calidad de enseñanza en Ingeniería Forestal (Colegio Profesional de Ingenieros de Montes, 2002) que muestra los porcentajes de áreas de ocupación de los ingenieros en el momento de realizarla, siendo mayoritaria en la gestión del medio natural (12,34 %), los trabajos típicamente forestales (9,94 %) y la restauración hidrológica forestal (9%) para los titulados españoles.

La ponencia sobre la Estadística para ingenieros de Montes en las nuevas titulaciones (Ayuga-Tellez et al., 2002) presentada en el Primer Congreso Profesional de los Ingenieros de Montes en Madrid, donde se desarrollaron aspectos importantes de la titulación y su ejercicio profesional.

Los trabajos European Forest Sector Outlook Studies II (UNECE & FAO, 2011) donde se estudia la evolución del sector forestal y el del Bureau of Labor Statistics (2009) en los que se señala el importante papel de expertos en usos sociales que se necesita para evaluar los usos recreativos del monte.

El trabajo de Albéniz Laclaustra y otros (2007) sobre la docencia como profesión del ingeniero colombiano.

El trabajo de Ginovart y otros (2009) con resultados de una encuesta a profesores de la titulación de Ingenieros Agrónomos en la Universidad de Barcelona, sobre contenidos o temas que se deben impartir en la asignatura de Estadística.

Los tres trabajos de Ayuga-Téllez, González-García y otros (2010a, 2010b y 2012), relacionados con la presencia de la Estadística en las titulaciones de la (UPM) y con las necesidades de aprendizaje de temas estadísticos para ingenieros presentados en Joint International IGIP- SEFI Annual Conference 2010 y los resultados del estudio sobre aprendizaje de estadística en las IX Jornadas sobre Docencia e Investigación en Ingeniería Agroforestal (2012).

La experiencia de enseñanza de Estadística para estudiantes de ingeniería de pregrado en una universidad australiana, que se centra en el contenido apropiado, técnica de enseñanza, tecnología educativa, paquete de software, soporte en línea y evaluación en un curso de resolución de problemas de ingeniería. También se presentan los resultados de una encuesta en línea de estudiantes (Khan et al., 2017).

### **Metodología**

La metodología empleada es la toma de decisiones basada en el juicio de expertos, que se obtiene mediante una de las técnicas de investigación cualitativa más usada en la actualidad: las técnicas grupales (Colectivo IOÉ, 2010). Entre las técnicas grupales empleadas en la investigación cualitativa se encuentra la denominada «grupo de discusión», formado por personas que se conozcan entre sí o que correspondan a grupos ya constituidos llamados grupos naturales. Los grupos naturales se seleccionan en contextos cercanos al grupo de estudio. Los grupos de discusión naturales se consideran los más apropiados para el estudio de las cogniciones sociales (Ayuga-Téllez et al., 2010). En este trabajo se emplearon dos grupos naturales: El primero formado por algunos miembros del Grupo de Innovación Educativa en Técnicas Cuantitativas para la Ingeniería Medioambiental (todos doctores ingenieros de Montes) junto con algunos profesores de la antigua Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Forestal (UPM) del área de Matemática Aplicada; y, el segundo grupo formado por profesores de Estadística en Universidades Hispanoamericanas. Con las opiniones de los grupos se construyó una función de valor aditiva (Ayuga-Téllez et al., 2010a).

### **Resultados**

La Estadística está presente en la formación de todos los ingenieros y debe preparar a éstos para actuar con un método científico y entrenarles en el pensamiento para resolver problemas con incertidumbre.

Respecto al plan de Estudios, los grupos de discusión concluyeron que los ingenieros requieren métodos científicos para la construcción de modelos, la recopilación de datos, el

análisis de datos y la interpretación de los mismos. Por lo tanto, las metodologías estadísticas son componentes vitales en los planes de estudios de ingeniería.

El conocimiento básico es importante, pero lo es aún más crear en el estudiante una actitud positiva hacia los métodos estadísticos. Debemos transmitir a los estudiantes el convencimiento del gran valor de estos métodos como herramientas para el análisis de datos y la toma de decisiones en problemas reales que surgirán en su futuro trabajo profesional.

La ingeniería Forestal gestiona los recursos naturales presentes en los montes, por lo que necesita conocimientos variados que se relacionan fuertemente con la estadística, como son la Dasometría o medición forestal, los aprovechamientos de productos forestales, la Hidráulica e Hidrología, la Ecología, los Inventarios, la Economía y la Administración u Organización de Empresas (Figura 1).

**Figura 1** Relación de temas de Estadística con materias del Grado de Ingeniería Forestal



Se concluyó que, para tener éxito, se debe utilizar la formulación y solución de problemas reales, o al menos realistas, de interés directo para los estudiantes y alentando su participación activa en el análisis de datos reales. Para ello, los estudiantes deben realizar tareas prácticas con base en datos de las materias de la figura 1, con la ayuda de software estadístico para la resolución de casos.

La materia debe ser, por tanto, obligatoria para ingenieros. Debe desarrollarse después de las asignaturas de matemáticas (Cálculo Diferencial e Integral y Álgebra matricial). Los temas de Descriptiva, Estimación, Muestreo y Modelo Lineal deben desarrollarse antes que la Dasometría, Hidrología, Inventariación, Aprovechamientos y Organización de Empresas.

El volumen de créditos se considera insuficiente en la mayoría de los casos y sobre todo, sería más formativo repartir la asignatura en más cursos para que los estudiantes pudieran comprender mejor la utilidad de la materia en el desarrollo de otras más relacionadas con su ocupación profesional.

Respecto al profesorado, se ha reflexionado sobre la naturaleza de la profesión de profesor y resulta fácil encontrar definiciones que están en concordancia con el carácter pragmático que caracteriza a muchos de los ingenieros. El ingeniero profesional debe ser capaz de desarrollar ciencia, tecnología, técnica, etc.

Los ingenieros no tienen como objetivo profesional la educación de otros y, aunque su formación requiere adquirir aptitudes sociales, en la Universidad Española no se fomentan las actividades para conseguir las, al menos para la generación de profesores que están enseñando en este momento.

El ingeniero profesor, a su vez, deberá transmitir conocimientos y hacer que otros aprendan. Trabajar en educación requiere fijar un objetivo no tan diferente al de la gestión de recursos naturales, es la formación de jóvenes futuros ingenieros, que constituyen un recurso humano que hay que evaluar y potenciar.

Se discutieron en los grupos dos enfoques distintos

- La de un profesor Ingeniero entre compañeros Ingenieros y para alumnos de Ingeniería. El profesor aprende Estadística con rapidez, mediante libros de texto basados en problemas de aplicación. A enseñar se aprende con mucho tiempo y se adquiere capacidad de forma autodidacta y con la práctica. Hay más compañerismo y se comparte información. El resultado, con algo de tiempo, es un profesor que mejora su capacidad pedagógica cada curso y que enfoca la enseñanza de la Estadística desde un punto de vista aplicado.
- La de un profesor Ingeniero entre compañeros Matemáticos y para alumnos de Ingeniería. La Estadística se aprende con más dificultad, mediante libros de texto basados en desarrollos matemáticos. La comprensión de conceptos complejos requiere más tiempo. A enseñar se aprende con mucho tiempo y se adquiere capacidad con la práctica. No se da tanta importancia al aspecto aplicado como a los conceptos. Hay mayor rivalidad entre compañeros. El resultado, con algo de tiempo, es un profesor que no cuida tanto su capacidad pedagógica y que enfoca la enseñanza de la Estadística desde un punto de vista menos aplicado de lo que requieren sus alumnos.

Una vez superados los inconvenientes iniciales, el Ingeniero que enseña Estadística para ingenieros debe caracterizar su labor por la eficacia de sus planteamientos. Resaltar la aplicación de los conceptos estadísticos. El cálculo se debe automatizar con el empleo de programas informáticos, lo que concuerda con las necesidades ya discutidas de emplear

software estadístico para la resolución de problemas con datos reales relacionados con otras materias.

Se concluyó que los aspectos esenciales en el pensamiento de un profesor de ingeniería son el amor a la profesión, el reconocimiento de la alta responsabilidad social que conlleva la profesión de ingeniero forestal, el compromiso con la ética y la defensa de los recursos naturales y su sostenibilidad y, también, el entendimiento de que la ingeniería forestal debe relacionarse con el uso social. Este último aspecto es de la mayor importancia para el profesor de Estadística. Hasta ahora, la evaluación de la opinión pública mediante análisis y diseño de encuestas no se ha incluido en los planes de estudios de los ingenieros. Este aspecto cada vez es más importante en nuestra sociedad.

El resultado es que, frente a un supuesto mayor conocimiento de la parte teórica de la materia, el conocimiento de las aplicaciones prácticas y el entendimiento de la ingeniería forestal son más importantes para la enseñanza de futuros ingenieros forestales.

Los temas de Estadística aplicada que están presentes en los textos más habituales de Estadística para ingenieros o para graduados en área de ciencias son los que se presentan en el listado de la tabla 1, tal y como se desarrollarían en un curso normal de Estadística que incluyera todos los temas. El tema de Procesos incluiría el análisis de Series temporales y la Geoestadística. La asignación del orden de importancia (tabla 1) se realizó empleando funciones de valor basadas en los resultados de las opiniones de los grupos de discusión.

**Tabla 1. Contenidos evaluados con su orden de importancia**

<b>Temas o bloques temáticos</b>	<b>Orden de importancia</b>
<b>Estadística descriptiva</b>	1
<b>Probabilidad</b>	7
<b>Muestreo y estimación</b>	4
<b>Test de hipótesis</b>	2
<b>El modelo lineal general</b>	3
<b>Diseño de experimentos</b>	5
<b>Procesos</b>	7
<b>Análisis Multivariante</b>	6
<b>Encuestas</b>	8

Fuente: elaboración propia

Así, los contenidos que se deben enseñar, según los grupos de discusión, son los relacionados con la obtención de datos (muestreo y diseño de experimentos) y su análisis descriptivo, métodos básicos de inferencia estadística (intervalos de confianza y test de hipótesis para el control de calidad).

También se consideraron muy importantes los modelos lineales, que permiten relacionar variables (regresión) y aquellos que se emplean en el análisis del diseño experimental (análisis de varianza).

El Cálculo de Probabilidades sólo requiere los contenidos teóricos que se precisen para desarrollar el resto de los temas. Incluiría la teoría de la probabilidad, variables y vectores aleatorios, así como modelos de probabilidad. De este bloque temático se comentó que se redujera al máximo, explicando sólo la base necesaria para el desarrollo de la teoría de la inferencia o estimación estadística.

Aunque se habló de la necesidad de analizar datos resultado de encuestas de opinión, el diseño de cuestionarios y los tratamientos particulares de los resultados no se consideraron contenidos básicos de la asignatura y se comentó como posibilidad una materia optativa. También se relativizó la importancia del tratamiento de series de tiempo, de datos geoes-tadísticos o el análisis multivariante, que se consideró más propio de asignaturas obligatorias para títulos de máster.

## **Conclusiones**

La Estadística es una materia fundamental para la mayoría de los ingenieros. En especial para el ingeniero forestal. Debería estar presente en todos los planes de estudios encaminados a formar profesionales del sector forestal.

¿Por qué? Porque el ingeniero forestal tiene que evaluar grandes masas forestales, tanto desde el punto de vista de las existencias (volumen de madera, biodiversidad, etc..) como para evaluar daños de incendios, tiene que tomar decisiones sobre las actuaciones relacionadas con la gestión de los recursos naturales que integran el monte y en las industrias forestales, debe evaluar y controlar la calidad de los productos y gestionar los inventarios de fabricación.

¿Quién debería enseñar esa materia? Los profesores con conocimientos de las aplicaciones de la Estadística al área forestal, tanto en la gestión de los recursos naturales, como en las industrias forestales. Éstos serán preferentemente del Área de Ingeniería Agroforestal.

¿Qué contenidos de la misma se deben enseñar? Los Ingenieros Forestales deben conocer y aplicar de forma experta las técnicas de muestreo, descriptiva y modelos lineales para gestionar los recursos naturales del monte. Además deben conocer bien la estimación o inferencia estadística para realizar estimaciones de existencias y una adecuada labor en el control de calidad de los productos de fabricación.

## Referencias

- Albéniz Laclaustra, V., Cañón Rodríguez, J. C., Salazar Contreras, J. S. & Sánchez, E. (2007). *Tres momentos del compromiso docente en Ingeniería. Análisis crítico de la experiencia colombiana*. Bogotá: ARFO
- Aparicio, F. M. (2000). Pautas para la mejora de la calidad en la enseñanza de estadística en ingeniería de telecomunicación. *RELIEVE*, 6, (1), [http://www.uv.es/RELIEVE/v6n1/RELIEVEv6n1\\_2.htm](http://www.uv.es/RELIEVE/v6n1/RELIEVEv6n1_2.htm) (acceso 28/02/2018)
- Ayuga-Téllez, E., González-García, C., Martínez-Falero, E. (2002) *La Estadística en la Ingeniería de Montes*. Primer Congreso Profesional de los Ingenieros de Montes, Madrid, Sesión 7. 8pp. [https://www.ingenierosdemontes.org/congreso/pdf\\_files/Com7pdf/Com7E\\_AyugaTellez\\_Estadistica.pdf](https://www.ingenierosdemontes.org/congreso/pdf_files/Com7pdf/Com7E_AyugaTellez_Estadistica.pdf) (acceso 28/02/2018)
- Ayuga-Téllez, E., González-García, C., Grande-Ortíz, M. Á. (2010) Análisis de competencias en el Grado de Ingeniería Forestal para su adaptación al Espacio Europeo de Educación Superior. *Formación Universitaria*, 3 (3), 3-14.
- Ayuga-Téllez, E., González-García, C., Grande-Ortíz, M. Á., Reyes-Hernández, B., García-Ventura, C. (2010 a) *Selection of basic topics for the knowledge of Statistics in Engineering*. Joint International IGIP-SEFI Annual Conference 2010, 19th - 22nd September 2010, Trnava, Slovakia. 7pp. [https://www.researchgate.net/publication/266459381\\_SELECTION\\_OF\\_BASIC\\_TOPICS\\_FOR\\_THE\\_KNOWLEDGE\\_OF\\_STATISTICS\\_IN\\_ENGINEERING](https://www.researchgate.net/publication/266459381_SELECTION_OF_BASIC_TOPICS_FOR_THE_KNOWLEDGE_OF_STATISTICS_IN_ENGINEERING) (acceso 20/02/2018)
- Ayuga-Téllez, E., González-García, C., Grande-Ortíz, M. Á., Reyes-Hernández, B., García-Ventura, C. (2010 b) *Statistical topics in UPM Engineering degrees*. Joint International IGIP-SEFI Annual Conference 2010, 19th - 22nd September 2010, Trnava, Slovakia. 7pp. [https://mafiadoc.com/statistical-topics-in-upm-engineering-degrees-sefi-annual-\\_59a9200f1723ddb5efc414.html](https://mafiadoc.com/statistical-topics-in-upm-engineering-degrees-sefi-annual-_59a9200f1723ddb5efc414.html) (acceso 23/02/2018)
- Ayuga-Téllez, E., González-García, C., Grande-Ortíz, M. Á., Martínez-Falero, E. (2012) *Evaluación de conocimientos básicos de Estadística en Ingenierías Agroforestales de la Universidad Politécnica de Madrid*. IX Jornadas sobre docencia e investigación en Ingeniería Agroforestal, Escuela Superior y Técnica de Ingeniería Agraria de la Universidad de León, del 12 al 15 de septiembre de 2012. 7pp. <http://docplayer.es/44657896-Evaluacion-de-conocimientos-basicos-de-estadistica-en-ingenierias-agroforestales-de-la-universidad-politecnica-de-madrid.html> (acceso 28/02/2018)
- Barnett, V. (1999) *Comparative Statistical Inference*. 3ª ed. John Wiley & Sons, Chichester. 381pp.
- Bureau of Labor Statistics (2009) *U.S. Department of Labor, Occupational Outlook Handbook, 2008-09 Edition, Conservation Scientists and Foresters*. <https://www.bls.gov/ooh/life-physical-and-social-science/conservation-scientists.htm> (acceso 5/02/2018)
- Colectivo IOÉ. (2010) ¿Para qué sirve el grupo de discusión? Una revisión crítica del uso de técnicas grupales en los estudios sobre migraciones. *EMPIRIA. Revista de Metodología de Ciencias Sociales*, 19, 73-99.
- Colegio profesional de Ingenieros de Montes (2002) I Informe de resultados de la Encuesta Laboral y de Calidad de la Enseñanza en Ingeniería de Montes, *Montes*.

- Committee on the Offshoring of Engineering (2008) *The Offshoring of Engineering: Facts, Unknowns, and Potential Implications*. The National Academy Press, pp.125-230.
- Ginovart Gisbert, M., Blanco Abellán, M., Portell Canal, X. (2009). Una encuesta como un recurso docente integrador para una asignatura de estadística en estudios técnicos universitarios. Jornadas para el Aprendizaje y Enseñanza de las Matemáticas-XIV JAEM.
- González, R. (2002). *El ingeniero como profesor y educador*. III Encuentro Iberoamericano de Instituciones de la Enseñanza de la Ingeniería (pp. 124-140). Madrid: Opciones Gráficas.
- Khan, S., Khadem, M., Piya, S. (2017) Teaching Statistics to Engineering Students – An Australian Experience of Using Educational Technologies. *SQU Journal for Science*, 22 (2), 120-126.
- MacLeod, I. A. (2010) The education of innovative engineers. *Engineering, Construction and Architectural Management*, 17 (1), 21–34.
- Mood, M.A. y Graybill, A.F. (1976) *Introducción a la Teoría de la Estadística*. Aguilar, Madrid. 536 pp.
- Peña, D., Prat, A., Romero, R. (1990) La enseñanza de la Estadística en las Escuelas Técnicas. *Estadística Española*. 32 (123), 147-200.
- Peña Sánchez, D. (1993) *Estadística. Modelos y métodos*. Alianza, Madrid. 576 pp.
- Paulos, J. A. (2000). *El hombre anumérico*. Túsquets editores, Barcelona, 117 pp.
- Pons Rullán, B. (2002) *La ingeniería del medio ambiente natural en el S.XXI*. Primer Congreso Profesional de los Ingenieros de Montes, Madrid, Sesión 7. 5pp. [https://www.ingenierosdemontes.org/congreso/pdf\\_files/Com7pdf/Com7E\\_La%20IngenieriaMedioAmbienteSXXI.pdf](https://www.ingenierosdemontes.org/congreso/pdf_files/Com7pdf/Com7E_La%20IngenieriaMedioAmbienteSXXI.pdf) (acceso 28/02/2018)
- Ríos, S. (1972) *Análisis Estadístico Aplicado*. Paraninfo, Madrid. 411pp.
- Salamanca, P. R. (2013). La educación estadística en la formación de ingenieros. *Revista científica*, 1(17), 33-45.
- UNECE & FAO (2011) *The European Forest Sector Outlook Study II*. United Nations publication, Ginebra. 111pp. <https://www.unece.org/fileadmin/DAM/timber/publications/sp-28.pdf> (acceso 22/03/2018)
- UNESCO (2015) Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible. <https://es.unesco.org/themes/liderar-agenda-mundial-educacion-2030> (acceso 20/03/2018)



## La redacción de informes técnicos y periciales como formación transversal en ingeniería.

Jorge Bonhomme<sup>a</sup>, Victoria Mollón<sup>b</sup>

<sup>a</sup>Departamento de Construcción e Ingeniería de Fabricación, Escuela Politécnica de Ingeniería de Gijón, Universidad de Oviedo, [bonhomme@uniovi.es](mailto:bonhomme@uniovi.es). <sup>b</sup>Departamento de Ciencia de Materiales e Ingeniería Metalúrgica, Escuela Politécnica de Ingeniería de Gijón, Universidad de Oviedo, [mollonvictoria@uniovi.es](mailto:mollonvictoria@uniovi.es)

---

### **Abstract**

*The subject of “Projects and Technical Office” is a transversal subject common to all engineering degrees of the industrial branch. One of the activities programmed within this subject for the degrees of Mechanical Engineering and Engineering in Industrial Technologies is the preparation of an individual expert report on a failure analysis particularized for each student.*

*This activity allows students to enter a professional activity specific to their degree and to deal in a transversal way with different subjects seen during their degree such as Projects and Technical Office, Materials Science, Resistance of Materials, etc.*

**Keywords:** *Projects, Technical Office, Reports, Failure Analysis.*

---

### **Resumen**

*La asignatura de “Proyectos y Oficina Técnica” es una asignatura transversal común a todos los grados de ingeniería de la rama industrial. Una de las actividades programadas dentro de esta asignatura para los grados de Ingeniería Mecánica e Ingeniería en Tecnologías Industriales es la elaboración de un informe pericial individual sobre un análisis de fallo particularizado para cada alumno.*

*Esta actividad permite introducir al alumno en una actividad profesional propia de su titulación y tratar de manera transversal distintas materias vistas durante la carrera como son Proyectos y Oficina Técnica, Ciencia de Materiales, Resistencia de Materiales, etc.*

**Palabras clave:** *Proyectos, Oficina Técnica, Informes, Análisis de Fallo.*

## **Introducción, Justificación y Objetivos**

El objetivo de este trabajo es exponer una experiencia positiva desarrollada en los últimos años en la asignatura de Proyectos y Oficina Técnica. Esta asignatura es común para todos los grados de ingeniería de la rama industrial.

Una de las actividades programadas en esta asignatura en los grados de Mecánica y Tecnologías Industriales es la realización por parte de los alumnos de un trabajo no presencial individual consistente en la elaboración de un informe pericial sobre un análisis de fallo particularizado para cada alumno.

El objetivo fundamental de este trabajo no presencial es poner en práctica y relacionar un gran número de aspectos transversales en la formación del alumno como son: búsqueda de documentación técnica y legal, repaso de aspectos técnicos de distintas asignaturas, habilidad para estructurar y redactar un trabajo, obtención de conclusiones, capacidad de síntesis, etc., además de trabajar los aspectos formales relativos a la redacción de informes, búsqueda de información, etc.

La formación transversal en diferentes cuestiones, como es el caso de la redacción de informes técnicos y periciales, es un aspecto muy importante que debe formar parte siempre de los estudios universitarios (Catalán, 2017) (Haya, 2012) (Pulido, 2013) (Valdés, 2008).

## **Trabajo Desarrollado**

La redacción de informes técnicos es una actividad que permite introducir al alumno en una actividad profesional propia de su titulación y tratar de manera transversal distintas materias vistas durante la carrera como son Proyectos y Oficina Técnica, Ciencia de Materiales, Resistencia de Materiales, etc.

El trabajo técnico desarrollado por los ingenieros normalmente se ve finalmente reflejado en la redacción de un proyecto o de un informe técnico.

El informe técnico es una forma de comunicación que revela la personalidad del autor y pone en evidencia sus cualidades y carencias.

Habitualmente, el informe consiste en un estudio técnico de menor magnitud que un proyecto realizado por solicitud de un cliente. Este estudio consistirá en cálculos, determinación de los motivos de fallo de una estructura, pieza o componente, estudios técnicos de cualquier tipo, etc.

Debido a que en la mayoría de los casos el informe técnico se realiza por encargo de un cliente externo, se plantean también cuestiones de deontología profesional que se deben tratar en clase como parte de la formación del alumno en la elaboración de informes técnicos y periciales.

En algunos casos el resultado del informe aportará sin más resultados e información necesaria para nuestro cliente. Sin embargo, en otras ocasiones cuando se trata de determinar el origen del fallo de un componente, pieza o estructura industrial, el resultado del informe puede ser definitivo para determinar el motivo del fallo y por tanto la parte que debe asumir los costes resultantes de dicho fallo (proyectista, contratista, usuario final, etc.). En este sentido, el resultado del informe puede determinar que hay un error de cálculo, que no se han tenido en cuenta toda la reglamentación aplicable, normativa técnica, que el material utilizado o su calidad no es la indicada en el proyecto, el material seleccionado en el proyecto es inadecuado, hay algún defecto de fabricación, errores en las condiciones de operación, etc.

Cuando el informe técnico se prepara para ser presentado en un juicio, se denomina informe pericial.

En cualquier caso, el informe beneficiará en algunos casos al propio cliente que encarga el informe y en otros casos le perjudicará. En todo caso, la información recogida en el informe debe ser siempre veraz, teniendo en cuenta todas las cuestiones que puedan beneficiar y/o perjudicar a cualquiera de las partes en conflicto: cliente, empresas en litigio, proveedores, proyectistas, contratistas, etc. en consonancia con toda la normativa técnica y legal que afecta a la redacción de informes periciales.

Debido a que los informes periciales están destinados a ser presentados en un juicio, y que cualquier trabajo que se haga como ingeniero puede, por distintos motivos, acabar en un proceso judicial, también se trata en la presentación del trabajo los distintos aspectos legales relacionados con nuestro trabajo como ingenieros y con nuestra actuación en el juicio.

## **Principales Resultados**

Los resultados obtenidos desde un punto de vista cualitativo han sido muy positivos desde que se inició esta actividad con los alumnos.

En la tabla 1.1. se muestra, a modo de referencia, la distribución de calificaciones obtenidas en los trabajos no presenciales individuales en los últimos años en los dos grados de manera conjunta. Como se puede ver, no hay diferencia significativa entre los porcentajes relativos a distintos años.

La satisfacción de los alumnos con las metodologías y contenidos desarrollados en la asignatura, también puede considerarse positiva ya que, por ejemplo, la valoración media del programa formativo general es un 18% superior a la media de la titulación en los últimos años y la valoración de todas las actividades prácticas que se desarrollan en la asignatura (trabajos no presenciales individuales, trabajos no presenciales en grupo y prácticas de laboratorio) es un 25% superior a la media de la titulación también en los últimos años en los grados de Ingeniería Mecánica y Tecnologías Industriales.

## **Conclusiones**

La elaboración de informes periciales por parte de los alumnos de la asignatura de Proyectos y Oficina Técnica en los grados de Mecánica y Tecnologías Industriales, es una actividad de carácter transversal que permite introducir al alumno en una actividad propia de su titulación, ya que el resultado de su trabajo profesional será en muchos casos la redacción de informes técnicos. Esta actividad permite tratar de manera transversal distintas cuestiones como son: búsqueda de documentación técnica y legal, repaso de aspectos técnicos de distintas asignaturas, habilidad para estructurar y redactar un trabajo, obtención de conclusiones, capacidad de síntesis, etc., además de trabajar los aspectos formales relativos a la redacción de informes, búsqueda de información, etc.

Los resultados obtenidos por los alumnos en esta actividad y su satisfacción general con la asignatura, reflejada en las encuestas de la enseñanza realizadas en los últimos años, pueden considerarse muy positivos.

**Tabla 1.1. Distribución de calificaciones del trabajo no presencial individual en los últimos años en los grados de Ingeniería Mecánica e Ingeniería en Tecnologías Industriales**

<b>Nota</b>	<b>2016-2017</b>	<b>2015-2016</b>	<b>2014-2015</b>
0-1	0%	1%	0%
1-2	0%	0%	0%
2-3	0%	0%	0%
3-4	5%	4%	4%
4-5	10%	5%	7%
5-6	22%	31%	28%
6-7	19%	11%	24%
7-8	24%	26%	22%
8-9	11%	13%	5%
9-10	9%	10%	11%

## **Referencias**

Catalán S., Cortés M.C. (2017) Nuevos escenarios para la lectura y escritura académica en la educación superior chilena: el caso de la Universidad Santo Tomás, Viña del Mar. Revista de estudios hemisféricos y polares. Vol 8 (4), 20 pp.

- Haya I., Calvo A., López M.C., Serrano, A.M. (2012) Mejorar la formación en creatividad como antecedente del emprendimiento. Una experiencia de evaluación en la Universidad de Cantabria. *Revista de docencia universitaria* Vol.11(3) 251 pp.
- Pulido, S.J. Toro, E. (2013). Didácticas para la educación transversal. *Memorias*, Vol. 11(19), 113 pp.
- Valdés M.C., de Armas N., Darin S.B., Abreu M., Castro A. (2008) Una herramienta TIC estratégica para el crecimiento profesional en la sociedad del conocimiento: la formación transversal curricular de competencias comunicativas. *EDUTECH*. 1 pp.



## BEE A DOER – Emprendiendo y Aprendiendo Impresión 3D

Ramón Rubio-García<sup>a</sup>, Mariel Diaz Castro<sup>b</sup>, Raquel Gallego Lorenzo<sup>c</sup>

<sup>a</sup>Departamento de Construcción e Ingeniería de Fabricación, Universidad de Oviedo, [rru-bio@uniovi.es](mailto:rru-bio@uniovi.es)

<sup>b</sup>Triditive SL, [mdiaz@triditive.com](mailto:mdiaz@triditive.com) y

<sup>c</sup>Erre Arquitectos – [raquel@errearquitectos.com](mailto:raquel@errearquitectos.com).

---

### **Abstract**

*Send abstract with a maximum of 150 words (in English).*

*The development of entrepreneurship capability of citizens and organisations is a key policy for UE and its members. Furthermore, 3D printing is one of the most promising and rising new technologies but training courses for designers and engineers are hard to find. The University of Oviedo by means of « Bee a Doer » programme, offers a solution for this predicament. It consists of a 230 hour University Expert course, where technology learning is enriched with communication and business concepts. After three successful editions and all the 21 students having graduated, the programme has not only prepared them technically but has also stimulated a more proactive attitude.*

**Keywords:** *entrepreneurship, 3dprinting, learning, attitude*

---

### **Resumen**

*Remitir un máximo de 150 palabras (en español).*

*El desarrollo de la capacidad de emprender de los ciudadanos y organizaciones europeas es uno de los objetivos principales de las políticas de la Unión Europea y de los estados miembros. Por otra parte, la impresión 3D es una de las nuevas tecnologías más prometedoras en cuanto a sus posibilidades de crecimiento y sin embargo no existe apenas formación universitaria que prepare a diseñadores e ingenieros en este campo. La Universidad de Oviedo, a través del programa “Bee a Doer”, ha unido las dos necesidades en un título propio de 230 horas de formación, donde el aprendizaje de la tecnología se entremezcla con el trabajo en comunicación, emprendimiento y valor de negocio. Tras tres ediciones y 21 alumnos participantes, el curso ha*

conseguido no sólo formar técnicamente, sino cambiar la actitud de los estudiantes.

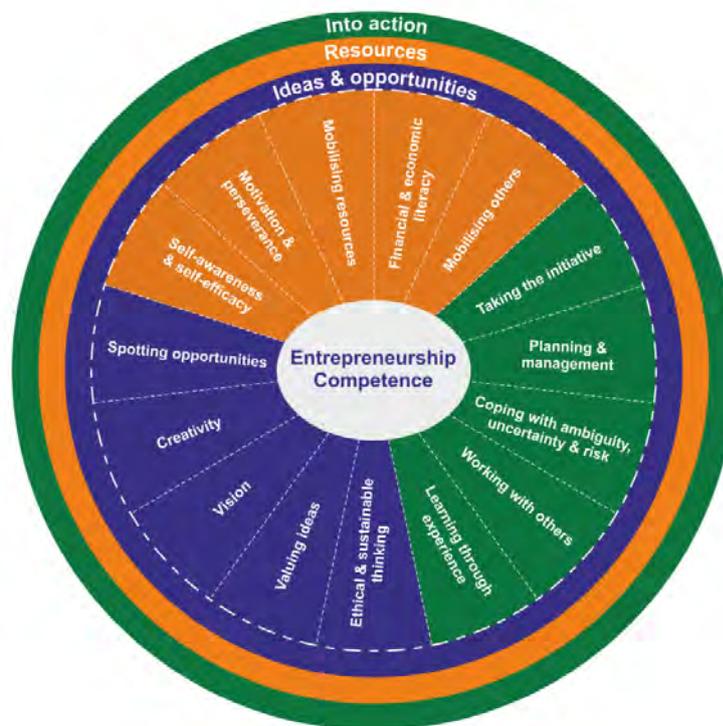
**Palabras clave:** *emprender, impresión 3D, aprendizaje, actitud*

## Introducción, Justificación y Objetivos

El trabajo que se presenta tiene su origen por un lado en la necesidad de ofertar una formación técnica en impresión 3D, inexistente en la Universidad española en el momento de su planteamiento y que para muchos de los campos técnicos tienen una aplicación directa. Las empresas están comenzando a demandar profesionales con un conocimiento en la tecnología que buscan la formación en cursos impartidos por empresas particulares.

Por otra parte, la falta de motivación general observada de los estudiantes durante los estudios en las carreras técnicas afecta al rendimiento del aprendizaje. Es necesario buscar estrategias que permitan a los estudiantes fomentar su actitud ante los estudios de la misma forma que los directivos buscan su motivación en los empleados. La teoría de fijación e metas de Locke (1968), es un buen punto de partida.

Figura 1 Áreas y competencias del modelo conceptual EntreComp



Por último, la Unión Europea considera el emprendimiento como una competencia clave para todos los ciudadanos y no sólo como un concepto asociado a la creación de empresas, sino como un aprendizaje necesario para poder afrontar los retos de trabajo del futuro. Nos referiremos a ello con el nombre de emprendizaje. La UE ha lanzado recientemente un marco conceptual sobre el que trabajar estas competencias: EntreComp (2018). En la figura 1 se muestran las tres áreas que cubre el marco conceptual EntreComp y sus 15 competencias.

Estos tres aspectos provocaron la creación de un título propio en “*Impresión 3D Creativa*” con el principal objetivo de aumentar y fortalecer en los estudiantes cada una de esas competencias. una serie de características que la diferencian respecto a la mayor parte de la formación universitaria y que consideramos interesantes conocer.

### **Trabajos Relacionados**

Son muchas las iniciativas que están centrando su actividad en el “hacer” más que en el “saber”. Algunas de ellas salen de laboratorios o talleres de fabricación, medialabs, fab-labs o escuelas taller. En nuestro caso, la mayor inspiración vino del Instituto de Arquitectura de Cataluña (<http://iaac.net>), donde tras realizar unos talleres de formación se observó la diferencia de actitud de los estudiantes ante el aprendizaje: demandaban la formación. Recibían una clase y ya estaban en el taller poniendo en práctica de manera muy creativa lo que habían recibido. Actuaban como niños con un juguete nuevo: exploraban, aplicaban a sus intereses y preguntaban. Esa actitud es la que demandamos siempre en nuestros estudiantes y la que nos hace ser partícipes de su proceso de aprendizaje.

Es cierto que el caso IAAC se trata de un máster no oficial, con la libertad que ello supone, de una escuela privada donde los estudiantes, demandan una formación de alta calidad por el precio que han pagado. Sin embargo, podemos realizar cierta analogía con la Universidad española y el título propio en Impresión 3D creativa puede servir como primer paso en la incorporación de esas competencias que demanda la Unión Europea. No existen en la actualidad otras formaciones relacionadas con esta temática en la Universidad española enfocadas desde los títulos propios, lo que subraya aún más la oportunidad de crear desde la Universidad una formación de calidad relacionada con la industria 4.0.

### **Experimentación / Trabajo Desarrollado**

A pesar de que su abundancia en medios de comunicación y la aparición de numerosas empresas relacionadas con la industria 4.0, las universidades no tienen la capacidad de reaccionar con formación reglada a esas demandas. Los cambios en los planes docentes requieren por lo general, de largos plazos administrativos, por lo que la creación de una formación dinámica y flexible no se podría encajar dentro de la formación de grado o máster reglada. Esta flexibilidad permite la adecuación de asignaturas del programa al rendimiento de los alumnos y la incorporación de profesorado especialista en cada momento. Algo

que desde la formación reglada es ciertamente complicado. El título propio es el marco adecuado para iniciar con la formación.

*Bee a doer* es el nombre que recibe la formación impartida por el grupo de investigación IDEASCAD de la Universidad de Oviedo y que pone énfasis en la aplicación práctica de conocimientos. El proyecto más destacado de *Bee a doer* es el título propio de la Universidad de Oviedo “Impresión 3D Creativa” de 230 horas que comenzó en el curso 2015-2016 con seis alumnos.

La estructura del curso se basa en tres bloques temáticos: fabricación digital, impresión 3D y valor de la idea. Durante el transcurso del año, los alumnos reciben formación teórica y práctica, pero ya desde el primer día participan de actividades donde deben poner en práctica conocimientos que adquieren en ese mismo momento. Se trata de aprender haciendo. Así, es habitual que el primer día de clase coincida con el evento de la Noche de los Investigadores donde realizan escaneos con una Kinect para obtener una nube de puntos que posteriormente será impresa en 3D. El proceso se hace en todo momento con la compañía de los profesores, pero la ilusión, emoción y responsabilidad en la que se ve el alumno le hace aprender mejor, estar más atento y mostrar una actitud ante el reto bastante diferente a la que tendría en un aula.

**Figura 2** Jorge Guadalupe, alumno de la segunda edición, escaneando a un niño el día de la presentación del curso.



Ramón Rubio-García, Mariel Diaz Castro, Raquel Gallego Lorenzo

Figura 2 Carlos Llanea y Verónica Neuman entregan un recuerdo realizado por corte láser e impresión 3D al Dr. Hugh Herr con motivo de su visita a Asturias para recoger el Premio Princesa de Asturias de investigación científica y técnica 2016.



Este tipo de actividades son las que se trata de incluir a lo largo del año, poniendo en práctica los principios de reto y complejidad desarrollados por Locke.

El trabajo final del curso es la creación de una idea empresarial. El hecho de que todo lo aprendido durante el curso tenga una aplicación real, aumenta la motivación al aprendizaje. En muchos casos las ideas son llevadas al mercado y exploradas con mayor profundidad por entidades especializadas en emprendimiento como son Impulsa, del Ayuntamiento de Gijón o el CEEI en el Principado de Asturias.

Figura 3 Inés, Marc y Diego presentando su idea de negocio basado en quillas de surf personalizables en Google Campus en Madrid.



26 Congreso Universitario de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas (2018)

## Principales Resultados

Pese a lo complicado que puede resultar la valoración de la innovación educativa, consideraremos dos indicadores: por un lado, las encuestas a los antiguos alumnos y por otro el reconocimiento de expertos externos a la Universidad de Oviedo.

Se ha preguntado a todos los alumnos que han participado en la primera edición del título propio: **¿Qué ha supuesto hacer el curso para mi dos años después?** Recogemos a continuación una de las seis respuestas.

*“Desde el primer momento, para mí, fue uno de los mejores cursos de mi vida, muy por encima del instituto o la carrera, fue un año en el que aprendí DE VERDAD, y no por estudiar o estar forzado a aprender...sino porque tanto los profesores como los alumnos estábamos allí para aprender y mejorar. Era un sitio en el que no se perdía el tiempo. 2 años después me doy cuenta de que para mí el máster supuso un impulso enorme al mundo laboral por mi cuenta, te anima a realizar cosas por ti mismo, y creer que puedes realizar proyectos chulos y locos y que esos mismos vean la luz y no sólo se queden en una idea. A pesar de ser el primer año, y que había muchas cosas que eran "de prueba" creo que eso precisamente, fue una de las mejores cosas, ya que aprendíamos a base de ensayo y error y trasteábamos mucho más. A día de hoy, me quedo con el recuerdo de un ambiente genial, muy difícil de volver a ver en otros sitios (una pena), y unos profesores que nos hicieron expertos en nosotros mismos.*

*Creo que todos nosotros os estaremos agradecidos de por vida, y más que un Master, fue una Experiencia Increíble!”*

Diego Fernández Téllez – Primera edición del Título Propio.

En abril de 2017, el título propio fue reconocido con el Premio Generación a la Innovación Educativa otorgado por la empresa Deloitte, la Real Academia de Ingeniería y la Fundación COTEC.

Pasadas tres ediciones del curso, creemos que se ha conseguido los dos principales objetivos: formar nuevos profesionales de la impresión 3D y saber poner en práctica sus conocimientos en el mercado.

## Conclusiones

La Unión Europea considera el emprendimiento como una competencia clave para todos los ciudadanos y no sólo como un concepto asociado a la creación de empresas. Esta competencia se ha trabajado en las tres ediciones del título propio de la Universidad de Oviedo “Impresión 3D Creativa”, donde los estudiantes además de adquirir conocimientos y habilidades en torno a la fabricación aditiva trabajan competencias como la creatividad, la visión, gestión, mercado, trabajo colaborativo o tomar iniciativa. Su motivación se ha incrementa-

**Ramón Rubio-García, Mariel Diaz Castro, Raquel Gallego Lorenzo**

do con las actividades realizadas en el curso. Su trabajo se materializa en el proyecto final del curso que se trata de una idea empresarial donde poner en valor todo lo aprendido.

Hasta el momento tanto los alumnos como los profesores implicados y la Universidad están valorando positivamente el desarrollo del proyecto educativo y ya se está preparando la cuarta edición donde la formación se escala a 600 horas. Además, el nuevo máster se enmarca dentro de un MediaLab que surge dentro de la Universidad de Oviedo y apoyado por el Ayuntamiento de Gijón, precisamente para poder expandir esta forma de aprendizaje en el resto de la comunidad universitaria.

**Referencias**

Locke, E. A. (1968). *Towards a theory of task motivation and incentives*. *Organizational Behavior and Human Performance*, 3, 157-189.

Entrecomp (2018). *Entrepreneurship Competence*. Disponible en:  
<https://ec.europa.eu/jrc/en/entrecomp>. Consultado: Febrero 2018



## Propuesta de curso NOOC: Iniciación a la Química para titulaciones de Ingeniería

Emilio Zornoza<sup>a</sup>, Rosa Navarro<sup>b</sup>, Isidro Sánchez<sup>c</sup>

<sup>a</sup>Dpto. Ingeniería Civil. Universidad de Alicante ([emilio.zornoza@ua.es](mailto:emilio.zornoza@ua.es)), <sup>b</sup> Dpto. Ingeniería Civil. Universidad de Alicante ([rosa.navarro@ua.es](mailto:rosa.navarro@ua.es)), <sup>c</sup> Dpto. Ingeniería Civil. Universidad de Alicante ([isidro.sanchez@ua.es](mailto:isidro.sanchez@ua.es)).

---

### **Abstract**

*This work presents the proposal of a NOOC course which is aimed to complement a pre-university course about Chemistry in Engineering degrees. Due to an evident lack of training detected in the students accessing technical university degrees, there is a need to face this deficit before the start of the degree's subjects. On the other hand, it would be beneficial for the students to give them non-presential resources in order to make easier the attendance to the course. The NOOC course proposed deals some contents in which the student is more capable to be self-directed, and includes diversified activities which facilitates its attention.*

**Keywords:** NOOC; chemistry; preparatory course; pre-university.

---

### **Resumen**

*En el presente trabajo se presenta una propuesta de curso NOOC que tiene como objetivo complementar un curso propedéutico sobre la materia de Química en las titulaciones de Ingeniería. Dadas las carencias formativas detectadas en el alumnado que accede a las titulaciones técnicas universitarias, es necesario afrontar dichas deficiencias antes del comienzo de las asignaturas de los grados. Por otra parte, es beneficioso dotar al alumnado de recursos de tipo no presencial para que puedan flexibilizar su acceso y así facilitar el seguimiento del curso. El curso NOOC propuesto aborda contenidos en los que el alumno puede ser más autónomo y con actividades diversificadas que faciliten su atención.*

**Palabras clave:** NOOC; química; curso cero; preuniversitario.

## **Introducción, Justificación y Objetivos**

La implantación de los nuevos grados bajo el amparo del marco que supone el Espacio Europeo de Educación Superior (EEES) ha supuesto una remodelación generalizada de la mayoría de los planes de estudios de las titulaciones que se imparten en las universidades españolas. En la Escuela Politécnica Superior (EPS) de la Universidad de Alicante (UA), se aprovechó a su vez esta revolución en los planes de estudios para que las directivas implicadas tomaran conciencia de ciertas actuaciones que pudieran derivar en una mejora de las tasas de éxito y rendimiento de los estudiantes de primer curso. Como es bien sabido, la aplicación de las nuevas políticas de calidad ha impuesto el que se evalúen las titulaciones impartidas en base a una serie de parámetros entre los cuales se incluyen las citadas tasas de rendimiento y éxito. En referencia a estas tasas, es también generalizado el que sean las asignaturas de primer curso las que ostenten los peores indicadores, cosa que por otro lado es lógica ya que la madurez de los alumnos de nuevo ingreso es menor que la de los que llevan varios cursos en el sistema universitario (Mazzitelli, 2013 y Zornoza, 2017). Una de las actuaciones que se implementó en la EPS para mejorar los indicadores de éxito en asignaturas básicas y de corte transversal fue la de implantar cursos propedéuticos voluntarios sobre las siguientes materias: Matemáticas, Física, Química y Dibujo. Durante los primeros cursos se hacía patente la disminución en la asistencia del curso a medida que se avanzaba en el mismo por lo que la efectividad del mismo se veía limitada. Por esa razón se ha propuesto que el curso relativo a la materia de Química conste de 10 horas presenciales y se complemente con un curso NOOC que sea ofertado en fechas anteriores a las actuales. De esta forma se pretende alcanzar un mayor seguimiento del curso y que su aprovechamiento sea mayor.

## **Trabajos Relacionados**

La propuesta del curso NOOC que se presenta en el este documento se deriva del actual curso propedéutico que se imparte en la materia de Química en la EPS cuyo título es "Curso de introducción a los fundamentos químicos para las ingenierías de la Escuela Politécnica Superior". La información relativa a dicho curso se puede consultar en la página web de la EPS (<https://web.ua.es/es/secretaria-eps/sobre-virtual/cursos-cero.html>). En dicho enlace se ofrece una prueba de evaluación mediante la cual el alumnado contrasta sus conocimientos con los que se le suponen adquiridos.

## **Trabajo Desarrollado**

Se ha diseñado y elaborado un curso NOOC que aborda los conceptos más aplicados y de menor complejidad dentro de los contenidos incluidos en el curso propedéutico de introducción a los fundamentos químicos para las ingenierías. De esta forma se pretende aliviar la carga presencial de curso, limitando esta a temas en los que la lección magistral es más necesaria y en los que la interacción inmediata con el alumnado es fundamental.

El curso NOOC se ha elaborado en la plataforma Moodle. Con ello se espera que el curso sea aprovechable para un mayor número de estudiantes y que la flexibilidad de su seguimiento haga que no sólo sea realizado por alumnos con evidentes carencias de conocimiento sino que sirva a un colectivo de estudiantes más amplio a modo de refuerzo.

### Principales Resultados

El curso NOOC realizado se encuentra disponible en el siguiente enlace al cual se accede tras un registro del usuario en la plataforma: <https://moodle2017-18.ua.es/formacion/course/view.php?id=111>. El curso consta de 5 unidades según figura en la siguiente relación con los descriptores que se detallan:

1. Unidades y cambio de unidades: magnitud, sistema internacional, homogeneidad de las ecuaciones matemáticas, cambio de unidades, factores de conversión.
2. Estequiometría (I): Ecuación química, ajuste de ecuaciones químicas, concepto de mol, masa atómica y molecular, cálculos estequiométricos básicos.
3. Estequiometría (II): Reacciones sucesivas, reactivo limitante, riqueza de reactivo, rendimiento de la reacción, cálculos estequiométricos avanzados.
4. Disoluciones: conceptos de disolución, concentración y sus unidades, cálculos estequiométricos con disoluciones.
5. Gases ideales: ecuación de los gases ideales, constante de los gases ideales, cálculos estequiométricos con gases ideales.

Se han elegido estos contenidos para la parte del curso NOOC debido a que son de un carácter más aplicado y menos abstracto lo cual hace que se puedan trabajar de forma autónoma por parte del alumnado. Además permiten las actividades como la resolución de problemas en las que se puede observar una aplicación práctica y concreta de los conceptos vistos de forma que el alumnado es capaz de plasmar sus logros de forma independiente.

Cada una de las 5 unidades en la que se divide el curso consta de los siguientes elementos:

1. Vídeo de entre 5 y 10 minutos de producción propia sobre los conceptos esenciales.
2. Recursos adicionales de consulta (enlaces, textos, etc.) y de práctica (ejercicios resueltos y otros sin resolver pero con solución).
3. Prueba de autoevaluación tanto de conceptos como de resolución de ejercicios con datos generados aleatoriamente y con una corrección dirigida.

Dado que el curso NOOC propuesto tiene prevista su implantación en el curso 18/19, todavía no se disponen de resultados sobre el impacto del mismo en el propio curso cero, ni en las asignaturas más relacionadas de los grados. Como referencia para futuras revisiones del impacto del curso NOOC, durante las 9 ediciones que se han realizado del curso cero se han registrado los siguientes datos promediados: 41 estudiantes matriculados, una tasa de éxito del 51% y una tasa de abandono del 49%.

En la Tabla 1 se detallan los datos estadísticos más relevantes sobre las asignaturas de grado más afectadas por el curso cero que servirán como referencia para posteriores revisiones del impacto del curso NOOC.

**Tabla 1. Datos estadísticos de asignaturas de grado afines durante las 7 ediciones anteriores a la implantación del curso NOOC. Entre paréntesis se muestra la desviación estándar.**

Asignatura	Grado	Matriculados	% Rendimiento	% No Pres.
Fund. Químicos Ing. Civil	Ingeniería Civil	148 ( $\pm 94$ )	45 ( $\pm 5$ )	11 ( $\pm 6$ )
Fund. Químicos de la Ing.	Ingeniería Química	67 ( $\pm 6$ )	75 ( $\pm 9$ )	3 ( $\pm 3$ )
Ampliación de Química	Ingeniería Química	74 ( $\pm 8$ )	63 ( $\pm 19$ )	5 ( $\pm 5$ )

## Conclusiones

Se ha elaborado un curso NOOC en la plataforma Moodle sobre la iniciación a la química para titulaciones de ingeniería con el objeto de mejorar la preparación del alumnado de cara a abordar las asignaturas relacionadas con la materia de Química y de esa forma mejorar las tasas de éxito y rendimiento de los títulos implicados.

## Agradecimientos

El presente curso se ha realizado dentro de la Convocatoria de ayudas a proyectos de innovación educativa para la promoción de la enseñanza semipresencial y online del Vicerrectorado de Calidad e Innovación Educativa de la Universidad de Alicante (Programa PENSEM-ONLINE), BOUA 10/11/2017 [enlace: <https://web.ua.es/es/ice/pensemonline/presentacion.html>]

## Referencias

- Zornoza E., Navarro R., de Vera G., Sánchez I. (2017). *Análisis de la evaluación mediante test en asignaturas de Química General*. V Congreso Internacional de Docencia Universitaria, 15-17 junio de 2017, Vigo, España.
- Mazzitelli C.A., Guirado A.M., Olivera A.C. (2013). *Las evaluaciones en física y en química: ¿Qué aprendizaje se favorece desde la enseñanza en la educación secundaria?* Investigações em Ensino de Ciências, 18(1), 143-159.



## Two-Storey building model for testing some vibration mitigation devices

J.M. García-Terán<sup>a</sup>, A. Magdaleno<sup>a</sup>, V. Infantino<sup>b</sup> and A. Lorenzana<sup>a</sup>

<sup>a</sup> ITAP. Escuela de Ingenierías Industriales Universidad de Valladolid. 47011 Valladolid, Spain ([alvaro.magdaleno@uva.es](mailto:alvaro.magdaleno@uva.es), [teran@uva.es](mailto:teran@uva.es), [ali@eii.uva.es](mailto:ali@eii.uva.es))

<sup>b</sup> DICEAM. Università degli Studi Mediterranea di Reggio Calabria. 89124 Reggio Calabria, Italy ([vincenzo.infantino.832@studenti.unirc.it](mailto:vincenzo.infantino.832@studenti.unirc.it))

---

### **Abstract**

Four different mitigation devices can be installed by the students in the second floor of a two storey building model. Also a coulumb friction damper is installed between base and first floor. The time response can be recorded using a smartphone. The structure is moved from its equilibrium position and then released. The performance of each device is evaluated in terms of the time free oscillations take to return to rest (with acceleration within a band of 1.43%). The considered devices are: tuned mass damper pendulum type, tuned liquid column damper [1], tuned liquid sloshing damper [2], tuned mass damper flexural type and sliding Coulomb friction damper.

**Keywords:** passive protection, dynamic structural response.

---

### **Resumen**

Se presenta una maqueta a escala reducida de un edificio de 2 plantas sobre el que los estudiantes pueden instalar cuatro sistemas distintos de mitigación de vibraciones. Adicionalmente en otro montaje se instala un sistema basado en rozamiento seco. La respuesta dinámica se registra usando simples aplicaciones disponibles para teléfonos inteligentes. La excitación consiste en desplazar a la estructura de su posición de equilibrio y después liberarla súbitamente. El rendimiento de cada dispositivo se evalúa en términos del tiempo que tarda la respuesta vibratoria en entrar en una banda de tan solo una ración (1.43%) de la máxima aceleración. Los sistemas considerados son: Sistema inercial pendular, sistema de columna líquida [1], sistema de líquido libre [2], amortiguador de masas sintonizado y sistema de fricción seca.

**Palabras clave:** protección pasiva, respuesta estructural dinámica.

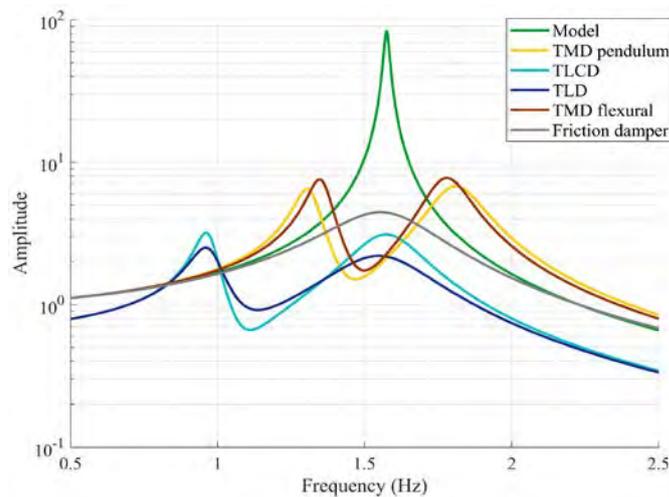
## Introduction

Seismic, wind and operating loads can induce vibrations (and therefore stress-strain states, displacements and accelerations) that can be incompatible with the load and resistance factor design criterion, including the ultimate limit state (ULS) and the serviceability limit state. The control of the amplitude of the oscillations in the constructions can be faced by using energy dissipation devices [3]. This devices can be active, semi-active and passive. In this benchmark only passive dampers are proposed. The effectiveness of each device is greatly influenced by various design factors. The students can experience that the optimal response is got only when the device is tuned.

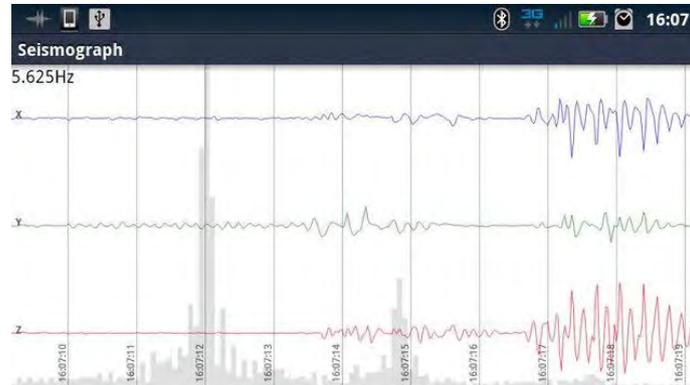
## Methodology

As a previous step to use more sophisticated techniques, which would require modal testing and frequency response function (FRFs) evaluations (figure 1), this amusing and highly informative experiment is presented. With simple apps available for smartphones (figure 2), the students can get, by successive approximations, a good enough tuning for the different devices.

**Figure 1. Frequency Transfer functions**



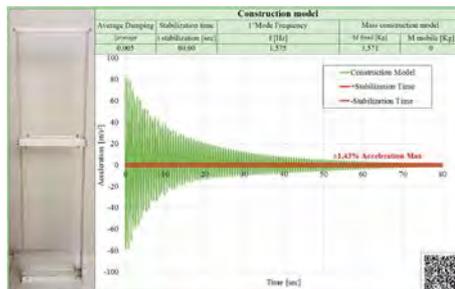
**Figure 2. app ANDROID, Google Play. Fuente: AtriusCreations**



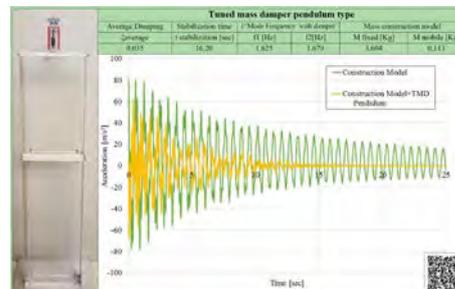
## Results

The following figures and tables show the results for the optimal tuning of each device. Note that the performance depends on the added mass, which is different in all cases. For that reason, to draw conclusions is not straightforward task.

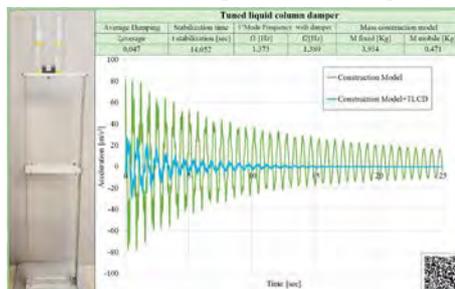
**Table 1. Construction Model Response**



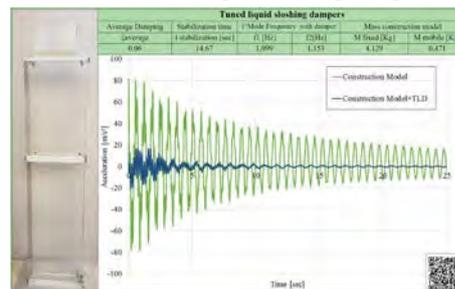
**Table 2. Tuned mass damper pendulum type.**



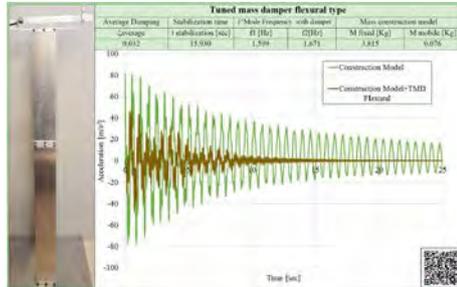
**Table 3. Tuned liquid column damper**



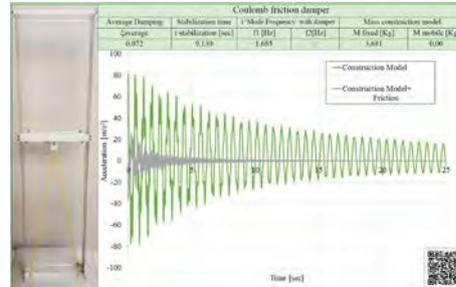
**Table 4. Tuned liquid sloshing damper**



**Table 5. Tuned mass damper flexural type**



**Table 6. Coulomb friction damper**



## Conclusions

In the videos (available via QR codes), the efficiency of the proposed mitigation devices is presented. For all de cases, once tuned, shortening times between 80% and 89% are achieved. Also in the tables, estimated damping, stabilization time, frecuencies and mass are shown..

## References

- Tamura Y., Fujii K., Ohtsuki T., Wakahara T. and Koshaka R., *Effectiveness of Tuned Liquid Column Dampers in tower-like structures*, 2005
- T.Novo, H. Varum, F. Teixeira-Dias & H. Rodrigues, M.J. Falcão Silva & A. Campos Costa, L. Guerreiro, *Tuned liquid dampers simulation for earthquake response control of buildings*, 2012
- J. Connor, *Introduction to Structural Motion Control*, Mit-Prentice Hall Series, 2002



## Plataforma Web para el entrenamiento de las presentaciones orales del Trabajo Fin de Grado (TFG)

Pablo Pando Cerra<sup>a</sup>, Diego González Lamar<sup>b</sup>, Manuel Arias Pérez de Azpeitia<sup>b</sup>, Javier Gracia Rodríguez<sup>c</sup>, Marta Rodríguez González<sup>d</sup> y Bernardo Busto Parra<sup>d</sup>

<sup>a</sup>Área de Expresión Gráfica en la Ingeniería (U. de Oviedo) [pandopablo@uniovi.es](mailto:pandopablo@uniovi.es), <sup>b</sup>Área de Tecnología Electrónica (U. de Oviedo), <sup>c</sup>Área de Mecánica de Medios Continuos y Teoría de Estructuras (U. de Oviedo), <sup>d</sup>Área de Expresión Gráfica en la Ingeniería (U. de Oviedo)

---

### **Abstract**

*An adequate oral communication is a skill that engineering students must acquire during their university studies. However, this is not clearly included in the program of the subjects and students must acquire this competence themselves before their final degree dissertation. Web platforms and multimedia resources can facilitate this task. For this reason, a web platform has been developed to help improve oral presentation skills by means of video and web resources. The platform provides collaborative tools to review oral qualification improvement achieved during the learning process.*

**Keywords:** Oral communication; multimedia; web platform; final degree dissertation.

---

### **Resumen**

*Una comunicación oral adecuada es una competencia que los alumnos de ingeniería deben adquirir durante sus estudios universitarios. Sin embargo, este es un aspecto que no está claramente incluido en el programa de las asignaturas y los estudiantes deben adquirir esta competencia por sí mismos antes de defender su Trabajo Final de Grado. El uso de plataformas Web y recursos multimedia puede facilitarles esta tarea. Por ese motivo se ha desarrollado una Plataforma que facilita la mejora de las habilidades de presentación oral mediante el uso de video y recursos web para una revisión colaborativa del grado de adquisición de la competencia que se va logrando durante su aprendizaje.*

**Palabras clave:** Comunicación Oral; multimedia; Defensa TFG; Plataforma Web.

## **Introducción, Justificación y Objetivos**

Desde siempre, la educación universitaria se ha basado en la transmisión de conocimientos, pero ahora está respaldada en el desarrollo y la adquisición de competencias. Aunque el desarrollo de habilidades de comunicación es una competencia requerida a los estudiantes de Grados de Ingeniería, suelen ser pocos los momentos durante la carrera en los que poder trabajar en ella. En algunas asignaturas se requieren presentaciones orales, pero nadie enseña a hacerlas y se espera que los estudiantes aprendan espontáneamente.

Un momento idóneo para entrenar esa habilidad es durante la preparación de la defensa del Trabajo Fin de Grado (TFG). Sin embargo, la presentación oral en presencia de sus tutores presenta una desventaja organizativa ya que hay que coordinar la disponibilidad horaria y física entre profesores y alumnos. El uso de las TIC puede solucionar este problema. Desde hace varios años, varios profesores con docencia en los Grados de Ingeniería Industrial de la Universidad de Oviedo han trabajado en desarrollar herramientas que faciliten la preparación de la defensa del TFG. Este trabajo presenta una innovadora Plataforma Web que permite alojar videos de los ensayos para que los estudiantes y los profesores puedan visualizarlos y comentarlos y así proporcionarles una información en tiempo real sobre el progreso en la adquisición de las habilidades orales de comunicación.

Los objetivos de este trabajo han sido:

- Desarrollar una Plataforma Web que facilite un progreso adecuado en la adquisición de competencias de comunicación oral.
- Realizar una prueba de evaluación con alumnos de las herramientas desarrolladas en este proyecto.

## **Trabajos Relacionados**

El planteamiento de este proyecto consiste en el desarrollo de una plataforma accesible a través del navegador en la que se pueden subir vídeos y que profesores y/o alumnos puedan realizar comentarios o sugerencias para mejorar las presentaciones orales realizadas. Este es un concepto que en general puede resultar familiar. Quien más o quien menos está familiarizado en mayor o menor medida con plataformas como YouTube, Dailymotion o Vimeo que pueden ofrecer un servicio parecido a lo que se está desarrollando. Sin embargo, este producto introduce algunos aspectos diferentes respecto a las Plataformas anteriormente enumeradas:

- Privacidad: El uso de plataformas externas a la universidad hace que el contenido de los vídeos subidos con fines académicos por los alumnos esté sujeto a las condiciones de uso que ponga la empresa que proporciona el servicio. Es decir, al usar un servicio ajeno se puede perder garantías de control del contenido.

*Pablo Pando Cerra, Diego González Lamar, Manuel Arias Pérez de Azpeitia, Javier Gracia Rodríguez, Marta Rodríguez González y Bernardo Busto Parra*

- Control de los comentarios: Cuando se expone el vídeo de una persona se puede dar el caso de que se reciban algún comentario no apropiado o que dependamos de las condiciones de uso de la Plataforma e incluso de sus limitaciones a la hora de tratar determinados temas.
- Comentarios incluidos en el vídeo: Mientras que en las plataformas más habituales de visualización de vídeo los comentarios se encuentran en una lista debajo de los vídeos, en el caso de la Plataforma desarrollada se incluyen los mensajes a modo de subtítulos en un instante de tiempo determinado, permitiendo asociar esas correcciones con el preciso instante de tiempo en que son relevantes.

### **Experimentación / Trabajo Desarrollado**

Para la realización de este trabajo se ha desarrollado una plataforma Web con recursos multimedia que facilita la mejora del discurso oral entre los estudiantes de ingeniería. Los estudiantes pueden subir vídeos de los ensayos de sus presentaciones a la Plataforma para que puedan ser visualizados por sus tutores y se realice un posterior debate sobre ellos en la misma Plataforma. Además, el desarrollo de la plataforma en un formato web facilita su gestión y acceso desde cualquier sistema operativo y en cualquier lugar.

Para el desarrollo de la Plataforma Web se ha utilizado HTML5, CSS3, Javascript y componentes Bootstrap para el diseño de la interfaz, así como PHP y MySQL para la gestión de los datos y los contenidos de la Plataforma.

La plataforma web tiene dos grupos de herramientas. El primero, al que solo acceden los administradores y profesores, consiste en herramientas para administrar las cuentas de los usuarios e imprimir los informes de datos. El segundo grupo, que es el área de trabajo principal de la Plataforma, tiene todas las herramientas relacionadas con la gestión y el tratamiento de los vídeos y sus comentarios. Se distribuye en los siguientes módulos:

- Módulo de gestión de vídeos: los estudiantes deben subir aquí sus presentaciones.
- Módulo de monitorización: los estudiantes pueden visualizar sus propias presentaciones y todas aquellas presentaciones que el tutor estime oportuno. Además, pueden leer los comentarios o sugerencias realizadas en sus presentaciones hechos por los profesores y los otros estudiantes en cada vídeo. Estos comentarios aparecerán a modo de subtítulos en el vídeo. De esta manera, los estudiantes que graban las presentaciones en vídeo reciben información complementaria sobre sus habilidades de comunicación para corregir o mejorar ciertos aspectos de su discurso oral.
- Módulo de edición de comentarios: los estudiantes pueden agregar comentarios sobre la presentación evaluada. Cada usuario debe indicar el minuto y el segundo en que ocurre la acción discutida. Esta información se almacena en la base de datos y está automáticamente disponible, proporcionando dinamismo al sistema.

## **Principales Resultados**

Se ha realizado una experiencia piloto con seis alumnos. Cada uno de ellos ha grabado dos presentaciones (una durante la realización del TFG y otra una vez concluida la redacción de la memoria del trabajo). La Tabla 1 recoge los datos obtenidos en cada una de las presentaciones (número de comentarios realizados y valoración de la presentación realizada por los tutores sobre una puntuación máxima de 30).

**Tabla 1. Resultados de la experiencia piloto.**

<b>Alumno</b>	<b>Presentación 1</b>		<b>Presentación 2</b>	
	<b>Nº Comentarios</b>	<b>Valoración tutor</b>	<b>Nº Comentarios</b>	<b>Valoración tutor</b>
<b>A1</b>	21	15	14	20
<b>A2</b>	12	19	5	23
<b>A3</b>	16	18	8	21
<b>A4</b>	16	17	11	22
<b>A5</b>	11	15	7	22
<b>A6</b>	14	18	14	19

## **Conclusiones**

El Trabajo Final de Grado es una oportunidad excelente para que los estudiantes desarrollen sus habilidades al hacer presentaciones orales. Esta ocasión es única a lo largo del curso y no debe desperdiciarse ya que los estudiantes tienen una motivación especial para hacer una buena exposición no solo en presencia de un Tribunal de Evaluación sino también de sus compañeros de clase, familiares y amigos. Quizás por esta razón, la metodología de entrenamiento del discurso oral a través de Web ha sido muy bien recibida por los estudiantes. Además, en esta etapa final de sus estudios, los estudiantes son más conscientes de la necesidad de desarrollar habilidades en presentaciones públicas que los ayudarán durante su trabajo profesional.

El uso de una Plataforma web multimedia para hacer que las grabaciones de video de los ensayos estén disponibles para profesores y estudiantes podría ser una herramienta válida para mejorar la enseñanza de las presentaciones orales, destacando la importancia de la realimentación de la información a través de los videos publicados en la plataforma.



## **Aprendizaje competencial efectivo mediante las prácticas del laboratorio de las asignaturas del área de Mecánica de Fluidos de los estudios de Grado y Máster de Ingeniería Industrial de la Escuela de Ingeniería de Bilbao**

**N. Alegría<sup>a</sup>, G. A. Esteban<sup>a</sup>, I. Peñalva<sup>a</sup>, A. Peña<sup>a</sup>, J. M. Blanco<sup>a</sup>, U. Izquierdo<sup>a</sup>,  
C. Olondo<sup>a</sup>, P. Serras<sup>a</sup>, A. Abelairas<sup>a</sup>, I. Bidaguren<sup>a</sup>, I. Montoya<sup>a</sup>, J. M. Acarregui<sup>a</sup>**

<sup>a</sup> UPV/EHU, Departamento de Ingeniería Nuclear y Mecánica de Fluidos, 48013 Bilbao

natalia.alegría , gustavo.esteban , igor.penalva , alberto.bandres , jesusmaria.blanco , urko.izquierdo ,  
kontxi.olondo , paula.serras , angel.abelairas , i.bidaguren , i.montoya , josemiguel.acarregui  
@ehu.eus

---

### ***Abstract***

*The educational innovation project FLUID-IBL aims to achieve significant situated learning through the instructional laboratories of the subjects in the area of Fluid Mechanics of the bachelor and master studies in industrial engineering of the Faculty of Engineering of Bilbao. This project develops a structured strategy to solve the deficiencies affecting the teaching-learning process in the practical tasks of the instructional laboratory and to succeed in achieving the expected learning outcomes by the students. These learning outcomes entail different competential dimensions containing cooperative work, arguing, oral and written communication skills, together with the scientific and technical knowledge. This piece of work analyses the difficulties encountered and the main intervening guidelines proposed to solve them.*

**Keywords:** *Instructional laboratory, situated learning, cooperative learning, competence-based-learning*

---

### ***Resumen***

*El Proyecto de Innovación Educativa FLUID-IBL surge con el propósito de conseguir un aprendizaje situacional significativo en las prácticas de laboratorio de las asignaturas del área de Mecánica de Fluidos de los estudios de*

*Aprendizaje competencial efectivo mediante las prácticas del laboratorio de las asignaturas del área de Mecánica de Fluidos de los estudios de Grado y Máster de Ingeniería Industrial de la Escuela de Ingeniería de Bilbao*

*grado y máster de ingeniería industrial de la Escuela de Ingeniería de Bilbao. Este proyecto desarrolla una estrategia estructurada del equipo docente para resolver las carencias encontradas en el proceso de enseñanza-aprendizaje del trabajo práctico desarrollado en el laboratorio y conseguir con éxito el desarrollo de resultados de aprendizaje por parte del alumnado. Estos resultados de aprendizaje contienen diferentes dimensiones competenciales que engloban el trabajo cooperativo, la argumentación y comunicación oral y escrita además del ámbito científico-técnico asociado al saber. El presente trabajo presenta el análisis del problema detectado y las líneas maestras de actuación propuestas para su resolución.*

**Palabras clave:** “laboratorio didáctico”, “aprendizaje situacional”, “aprendizaje cooperativo”, “aprendizaje basado en competencias”

### **Introducción, Justificación y Objetivos**

El presente trabajo presenta una acción de mejora en el proceso de enseñanza-aprendizaje durante las clases de laboratorio de las asignaturas obligatorias del área de Mecánica de Fluidos, impartidas en de las titulaciones del Grado en Ingeniería en Tecnología Industrial y Máster en Ingeniería Industrial de la Escuela de Ingeniería de Bilbao de la UPV/EHU.

La tarea de laboratorio posee un peso relativo, medido en unidades ECTS, elevado, justificado por el alto grado de experimentalidad necesario en ambas asignaturas, para desarrollar un aprendizaje constructivista basado en la propia experiencia tanto de la aplicabilidad de los principios fundamentales de la mecánica de fluidos y el manejo de las máquinas de fluidos. El entorno de laboratorio permite realizar un aprendizaje situacional de las dimensiones competenciales transversales asociadas al “saber hacer” y “saber ser” como el trabajo en equipo, organización del trabajo autónomo, o la argumentación y comunicación oral y escrita apropiada, así como valores profesionales y actitudes como el trabajo en equipo, además de la dimensión competencial científico-técnica específica asociada al saber y el conocimiento.

En las memorias de las respectivas titulaciones y en las guías docentes se muestran las competencias y resultados de aprendizaje, dentro de las anteriores dimensiones competenciales, se ha identificado una carencia para la consecución efectiva de los resultados de aprendizaje planteados.

Los objetivos de este trabajo son: (1) Optimizar el aprendizaje situacional significativo en el alumnado a través de las prácticas de laboratorio en las asignaturas obligatorias del área de Mecánica de Fluidos. (2) Conseguir un trabajo colaborativo efectivo en los equipos de alumnado (3) Realizar una evaluación clara y objetiva de los resultados de aprendizaje desarrollados por el alumnado utilizando criterios e instrumentos de evaluación detallados

*N. Alegría, G. A. Esteban, I. Peñalva, A. Peña, J. M. Blanco, U. Izquierdo, C. Olondo, P. Serras, A. Abelairas, I. Bidaguren, I. Montoya, J. M. Acarregui*

(e. g. rúbricas). (4) Realizar una evaluación continua formativa (a tiempo y con “feedback”) de la tarea de laboratorio.

### **Trabajos Relacionados**

La ingeniería es una disciplina eminentemente práctica destinada a la utilización y modificación de los recursos materiales, energéticos y de información para el desarrollo de cualquier tecnología en beneficio del hombre. Por ello, la utilización de la experiencia práctica de laboratorio como metodología de aprendizaje está presente, en mayor o menor medida, en todos los estudios de ingeniería, si bien no se encuentra exento de problemas provenientes de la falta de definición de objetivos de aprendizaje claros y evaluación clara de la consecución de dichos objetivos (Feisel & Rosa, 2005, Das & Hough, 1986). La transición de los estudios de ingeniería hacia un sistema de aprendizaje basado en competencias contempla la aplicación del conocimiento mediante experiencias situacionales prácticas como la desarrollada en una práctica de laboratorio (Henri et al., 2017). Existen experiencias exitosas para lograr un aprendizaje cooperativo y autónomo eficaz a través de los laboratorios que emulan la estructura de trabajo autónomo grupal cercano a la realidad empresarial de la industria (Cancela et al., 2016, Jackson, 1987). Por otro lado, la ausencia de guías e instrucciones claras y bien fundamentadas en la disciplina técnica concreta, dejándolo totalmente la iniciativa a la creatividad del alumno carente de conocimientos básicos necesarios, puede dar lugar al fracaso en el cumplimiento de los objetivos de aprendizaje establecidos (Kirschner et al., 2006). Una aproximación intermedia con instrucciones procedimentales bien estructuradas, dejando al alumno la inducción y demostración de los principios físicos fundamentales, estudiados de forma autónoma mediante el análisis de los resultados obtenidos en los experimentos, puede ser la solución al dilema del aprendizaje situacional en la tarea de laboratorio. Ésta es la receta que deseamos optimizar en nuestro quehacer docente en el Departamento de Ingeniería Nuclear y Mecánica de Fluidos.

### **Experimentación / Trabajo Desarrollado**

La línea de innovación educativa, iniciada recientemente, se centra en el análisis y resolución de las dificultades encontradas en la consecución de los objetivos de aprendizaje situacional establecidos en la tarea de laboratorio. El presente apartado presenta un análisis del contexto actual y los diferentes aspectos problemáticos a resolver.

#### Contexto:

La UPV/EHU está llevando a cabo un modelo de enseñanza-aprendizaje cooperativo y dinámico centrado en el alumno (IKD), mediante metodologías docentes activas, orientado al desarrollo situacional de competencias utilizando evaluación continua formativa de resultados de aprendizaje. En este contexto, las prácticas de laboratorio se perfilan como la me-

*Aprendizaje competencial efectivo mediante las prácticas del laboratorio de las asignaturas del área de Mecánica de Fluidos de los estudios de Grado y Máster de Ingeniería Industrial de la Escuela de Ingeniería de Bilbao*

metodología idónea para llevar a cabo esta estrategia. Los resultados de aprendizaje desarrollados en nuestras prácticas son:

- 1- Utilizar instrumentación para la medición de variables físicas de los fluidos, para la comprensión, caracterización y demostración de su comportamiento y de la operación de sus máquinas.
- 2- Interpretar y analizar los resultados experimentales mediante tratamiento de datos y comparación con las predicciones teóricas.
- 3- Emitir un informe de valoración crítica del trabajo experimental realizado y comunicarlo de forma oral y escrita de manera apropiada.

Las asignaturas del presente proyecto son cursadas por todo el alumnado de las titulaciones del Grado en Ingeniería en Tecnología Industrial (360 matriculados) y del Máster Universitario en Ingeniería Industrial (220 matriculados), en los diferentes perfiles lingüísticos de castellano, euskera e inglés. El tamaño de grupos de alumnado es elevado: 75 alumnos para clases magistrales y 25 alumnos en el laboratorio. Los problemas identificados son comunes en ambos casos, aunque el perfil del alumnado en el segundo curso del grado tenga un grado de madurez inferior al de primer curso del máster.

#### El problema:

- (1) Se observa en ocasiones que el alumnado desarrolla las tareas de laboratorio sin reconocer el objetivo de la investigación ni el fundamento o principio que trata de probar. La tarea de laboratorio se queda en la mera reproducción de procedimientos experimentales predefinidos, sin conseguir un análisis crítico de los resultados experimentales y demostración razonada de los principios físicos fundamentales.
- (2) La comunicación oral y escrita es deficitaria con presencia habitual de indicios de plagio.
- (3) El trabajo cooperativo no se lleva a cabo de manera efectiva. Los grupos de estudiantes, habitualmente, reparten el trabajo en pequeñas sub-tareas individuales que entregan de forma sumativa como un resultado del trabajo grupal sin haber realizado una puesta en común previa.
- (4) El equipo docente es diverso y tiene acordadas pautas generales de metodología y evaluación de las prácticas de laboratorio. La estadística de resultados (Tabla 1 y 2), refleja la tendencia a calificar la tarea de laboratorio con un promedio elevado sin discriminar entre estudiantes excelentes y de perfil bajo, (con una desviación estándar de la colección de calificaciones estrecha y alejada de la obtenida mediante examen final). Se constata la necesidad de una armonización detallada de los instrumentos y criterios de evaluación empleados para mejorar en la objetividad y discriminación en el proceso de evaluación.

N. Alegría, G. A. Esteban, I. Peñalva, A. Peña, J. M. Blanco, U. Izquierdo, C. Olondo, P. Serras, A. Abelairas, I. Bidaguren, I. Montoya, J. M. Acarregui

**Tabla 1. Análisis de calificaciones en Mecánica de Fluidos**

GRUPO	EXAMEN (T1)		NOTA LAB (T2)	
	MEDIA	DESV. ESTANDAR	MEDIA	DESV. ESTANDAR
G1	4,77	1,52	7,14	0,64
G2	3,55	1,56	7,17	1,35
G16	3,94	1,17	8,00	0,77
G31	3,99	1,40	7,52	0,96
G46	4,11	1,48	8,03	0,50
G61	5,19	1,69	7,03	1,11
PROMEDIO	<b>4,26</b>	<b>1,47</b>	<b>7,48</b>	<b>0,89</b>

**Tabla 2. Análisis de calificaciones en Instalaciones y Máquinas de Fluidos**

GRUPO	EXAMEN (T1)		NOTA LAB (T2)	
	MEDIA	DESV. ESTÁNDAR	MEDIA	DESV. ESTÁNDAR
G1	6,36	1,51	8,2	0,34
G2	5,37	1,29	7,93	0,6
G31	5,84	1,25	8	0,45
PROMEDIO	<b>5,86</b>	<b>1,35</b>	<b>8,04</b>	<b>0,46</b>

## Principales Resultados

El resultado del análisis del problema identificado en las prácticas de laboratorio se ha materializado en el diseño de un Proyecto de Innovación Educativa cuyas líneas maestras se resumen a continuación:

Análisis de la práctica docente (primer año, 2018), se realizarán 5 tareas (T):

T1- Evaluación de las calificaciones del alumnado y punto de partida de nuestra metodología, con obtención de las estadísticas de resultados de evaluación de alumnado y realización de una valoración detallada por parte de cada profesor del equipo docente sobre el punto de partida:

- Grado de dominio de los resultados de aprendizaje del alumno.
- Trabajo colaborativo efectivo realizado por parte del alumnado.
- Descripción de instrumentos y metodología seguida para la evaluación.
- Retroalimentación realizada al alumnado.
- Identificación de mejoras en la metodología y/o en la evaluación.

*Aprendizaje competencial efectivo mediante las prácticas del laboratorio de las asignaturas del área de Mecánica de Fluidos de los estudios de Grado y Máster de Ingeniería Industrial de la Escuela de Ingeniería de Bilbao*

T2 - Discusión y evaluación de la práctica docente entre profesorado, con asistencia conjunta a las clases de otros profesores detectando puntos fuertes y débiles para seleccionar los mejores recursos y orientaciones.

T3- Evaluación de la práctica docente por parte del alumnado mediante entrevista y encuesta.

T4- Resultado de la evaluación se realizará una definición detallada y acordada de los aspectos evaluados en las tareas asociadas a las prácticas de laboratorio y sus pesos.

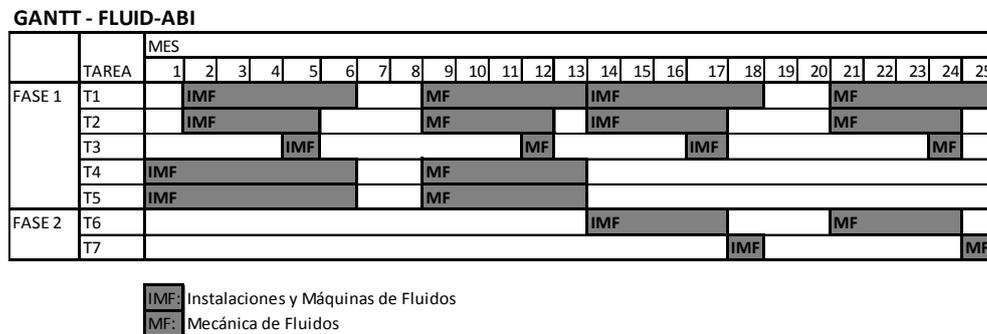
T5- Planificación de instrumentos de evaluación existentes y creación de otros nuevos (e. g. rúbricas, “peer review”, “last-minute paper”, “autoevaluación”).

Puesta en práctica y análisis de resultados (segundo año, 2019) se realizarán 2 tareas (T6 y T7):

T6- Aplicación en la práctica docente de los nuevos recursos de evaluación e innovaciones metodológicas adoptadas y valoración posterior por pares.

T7- Valoración del impacto conseguido en el aprendizaje del alumnado mediante comparación antes y después de la implantación de las acciones.

La implantación del proyecto seguirá el cronograma expuesto en la Figura 1.



**Figura 1. Planificación de la implantación del PIE**

## Conclusiones

La tarea de prácticas de laboratorio supone una metodología docente propicia para el aprendizaje situacional basado en competencias, ya que se movilizan en el alumnado diferentes capacidades pertenecientes a distintas dimensiones competenciales desde una línea constructivista basada en la propia experiencia. Además del conocimiento científico-técnico trabajado desde una perspectiva inductiva, se trabajan actitudes como la organización del

*N. Alegría, G. A. Esteban, I. Peñalva, A. Peña, J. M. Blanco, U. Izquierdo, C. Olondo, P. Serras, A. Abelairas, I. Bidaguren, I. Montoya, J. M. Acarregui*

trabajo, habilidades sociales como el trabajo en equipo y capacidades transversales como la argumentación y la comunicación oral y escrita.

En las asignaturas las asignaturas del área de Mecánica de Fluidos de los estudios de grado y máster de ingeniería industrial de la Escuela de Ingeniería de Bilbao, el análisis de la práctica docente y resultados de evaluación del laboratorio han detectado la existencia de dificultades para la consecución de los resultados de aprendizaje preestablecidos. En el presente trabajo se han analizado los problemas encontrados y se ha desarrollado la metodología para su resolución.

La planificación de este proyecto cubre dos años con una primera etapa de identificación de las causas que impiden un proceso de enseñanza-aprendizaje eficaz y de las medidas de mejora que serán aplicadas en la segunda etapa, orientadas a metodología y evaluación objetiva por parte del equipo docente.

### **Agradecimientos**

Este trabajo está siendo desarrollado gracias a la ayuda presupuestaria y colaboración del Vicerrectorado de Innovación, compromiso Social y Acción cultural a través del SAE/HELAZ de la UPV/EHU.

### **Referencias**

- Cancela A., Maceiras R., Sánchez A., Izquierdo M., Urréjola S. (2016). Use of learning miniprojects in chemistry laboratory for engineering. *European Journal of Engineering Education*, 41, (1), 23-33.
- Das B., Hough C.L. (1986) A solution to the current crisis in engineering laboratory instruction. *European Journal of Engineering Education*, 11, (4), 423-427.
- Feisel L. D., Rosa A. J. (2005). The role of the laboratory in undergraduate engineering education. *Journal of Engineering Education*, 94, (1), 121-129.
- Henri M., Johnson M. D., Nepal B. (2017). A review of competency-based learning: tools, assessments and recommendations. *Journal of Engineering Education*, 106, (4), 607-638.
- Jackson E. A. (1987). The training of the Engineer through Effective Laboratory Work. *European Journal of Engineering Education*, 12, (3), 285-290.
- Kirschner P.A., Sweller J., Clark R.E. (2006). Why Minimal Guidance During Instruction Does Not Work: An Analysis of the Failure of Constructivist, Discovery, Problem-Based, Experiential, and Inquiry-Based Teaching. *Educational Psychologist*, 41 (2), 75-86.



## Fabricación y caracterización de materiales compuestos

M. M. Laz Pavón<sup>1</sup>, F. Rivera-López<sup>1</sup>, M. Hernández-Molina<sup>1</sup>, J. M. Cáceres<sup>1</sup>, J.A. Valido<sup>1</sup> and Ricardo Zamora Rojas

<sup>1</sup>Departamento de Ingeniería Industrial, Escuela Superior de Ingeniería y Tecnología, Universidad de La Laguna. Apdo. 456. E-38200 San Cristóbal de La Laguna, Santa Cruz de Tenerife, Spain.

### Abstract

*In this work, the implementation of a laboratory practice corresponding to the synthesis and analysis of various composite materials is presented. It is oriented to students of the Bachelor's Degree in Mechanical Engineering in order to learn correctly the synthesis and characterization of composite materials made from carbon fibers, glass fibers, fabric and / or sheets from banana plants, and epoxy and polyester resins. After the completion of the practice the students will understand the importance and interest that currently has the design and manufacturing of composite materials from a technological point of view.*

**Keywords:** composites, fibers, resins, synthesis, characterization.

---

### Resumen

*En este trabajo se expone la implementación de una práctica de laboratorio correspondiente a la fabricación y caracterización de diversos materiales compuestos. Está orientada a estudiantes del Grado en Ingeniería Mecánica con el objetivo de que aprendan a visualizar de manera correcta la síntesis y caracterización de materiales compuestos a partir de resinas (epoxi y poliéster) reforzados con fibras de carbono, vidrio, tejido y/o badana procedente de plataneras. Tras la realización de la práctica los estudiantes comprenderán la importancia y el interés que actualmente tiene el diseño y la fabricación de materiales compuestos a nivel tecnológico.*

**Palabras clave:** materiales compuestos, fibras, resinas, síntesis, caracterización.

## **Introducción, Justificación y Objetivos**

Los materiales compuestos están formados por dos o más componentes distintos. Dichos materiales presentan propiedades que son superiores a la suma de las de sus componentes de partida. En este sentido, los materiales compuestos mejoran de forma significativa las propiedades de sus constituyentes, y proporcionan al producto final unas propiedades excepcionales gracias a la acción combinada.

La justificación de esta práctica se fundamenta en la importancia que tiene para el estudiante de Ingeniería Mecánica la adquisición de conocimientos sobre materiales compuestos. Estos materiales juegan un papel fundamental dentro del campo del diseño y de las aplicaciones industriales actuales, pues la demanda tecnológica requiere de nuevos materiales con cada vez más altas presentaciones.

La práctica propuesta se dirige al tercer curso de Ingeniería Mecánica, incluida en la asignatura de Ingeniería de Materiales y se realiza en grupos de 20 alumnos por término medio. El trabajo en el laboratorio y el informe posterior se lleva a cabo en minigrupos de 2-3 alumnos.

Procedemos a realizar en la sesión práctica todas las etapas necesarias para obtener un buen producto, teniendo como objetivo fundamental que los estudiantes sean capaces de realizar la síntesis de distintos materiales, además de la caracterización de los nuevos compuestos tanto mecánica, mediante ensayos de tracción y/o flexión, como óptica y microscópica para extraer todos los parámetros de interés.

## **Trabajos Relacionados**

El guion de esta práctica deriva de toda la bibliografía consultada con respecto a la fabricación de materiales compuestos, además de la contribución de un alumno egresado (Ing. Ricardo Zamora Rojas) de nuestra escuela, con cuya aportación se pudo avanzar en la fabricación de materiales compuestos con morfología plana y refuerzos laminares, gracias a su propia experiencia práctica. Se puede considerar que esta práctica es innovadora, pues tanto la secuencia, las etapas y los objetivos perseguidos han sido diseñados y elaborados por el grupo de Ingeniería de Materiales de la Universidad de La Laguna.

## **Experimentación / Trabajo Desarrollado**

En esta práctica los estudiantes fabricarán algunas muestras de ejemplos diversos de materiales compuestos. Proponemos para su realización, al menos dos tipos de resinas, epoxi y poliéster, así como variadas fibras de refuerzo como fibras de carbono (CF), vidrio (GF), material de tejido de algodón (AF) y/o badana (BF) procedente de plataneras.

**M. M. Laz Pavón, F. Rivera-López, M. Hernández-Molina, J. M. Cáceres, J.A. Valido and R. Zamora Rojas**

Para la realización de la primera fase de la práctica, consistente en la fabricación de los materiales compuestos, los estudiantes dispondrán del siguiente material:

- Moldes de policarbonato forrados de silicona y cera desmoldante.
- Material de seguridad personal: Guantes, mascarillas y gafas protectoras.
- Recipientes desechables, paletinas y balanza para la preparación de las resinas.
- Resinas epoxi, poliéster y catalizadores.
- Distintos materiales de refuerzo en forma de láminas precortadas de: fibra de vidrio (tejido, aleatorio), fibra de carbono con distinta disposición (longitudinal, transversal, tejido), fibras de tejido de algodón, fibras de badana...
- Espátulas para extender la resina y realizar la preparación experimental.

La preparación experimental de los materiales compuestos se realizará en las siguientes etapas que se describen a continuación:

- Primeramente, se aplica de manera cuidadosa la cera desmoldante sobre los moldes. Hay que tener la precaución de que la zona sobre la que se va a situar el material esté limpia y que quede bien cubierta por una fina capa de cera.
- Preparación de la resina-catalizador. La resina debe tener la viscosidad adecuada para poder impregnar correctamente las fibras.
- Aplicación de la resina sobre una de las superficies del molde. Sobre la resina se sitúa la fibra de interés y sobre ésta otra capa de resina. Se repite la operación según el número de capas deseadas. Hay que tener cuidado de que no se formen burbujas y que la resina cubra e impregne bien las fibras.
- Se cierra el sistema con la otra tapa del molde (previamente impregnada de cera desmoldante) y se somete el conjunto a presión para eliminar el aire y las burbujas que se hayan formado. También se pretende, gracias a la compresión, compactar el material compuesto.
- Tras el tiempo de curado recomendado por el fabricante, se desmolda la pieza con la ayuda de una espátula y se eliminan los posibles sobrantes de resinas formados en los bordes.
- Finalmente, se recortan las muestras obtenidas según se requiera para obtener las dimensiones de las piezas para su caracterización mecánica.

En una segunda etapa de la práctica, se procederá a la realización de la caracterización del material preparado:

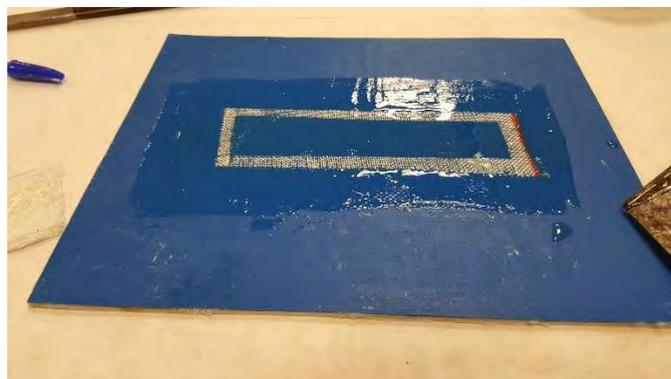
### *Fabricación y catacterización de materiales compuestos*

- Observación microscópica tanto de los materiales originales como de los fabricados, haciendo uso de un microscopio digital para la toma de fotografías en las superficie de los materiales y observar las zonas en la cuales se han producido grietas y/o roturas tras los correspondientes ensayos.
- Caracterización mecánica de los materiales compuestos. Esta parte se centrará, principalmente, en los ensayos de tracción simple y de flexión a tres puntos. A partir de los resultados obtenidos se realizarán las correspondientes representaciones gráficas de tensión-deformación para el ensayo de tracción, y de fuerza frente a deflexión para el caso de flexión.
- Análisis de los resultados obtenidos en los ensayos con el objetivo de obtener parámetros muy importantes para caracterizar los materiales sintetizados, desde el punto de vista mecánico. Estos parámetros son el módulo de elástico, límite de elasticidad, resistencia a tracción, tensión de fractura, con los ensayos de tracción y el módulo de rotura, módulo de flexión y deformación de flexión, a partir de los ensayos de flexión.
- Comparación con los parámetros propios de los materiales sin refuerzo, a partir de los mismos ensayos.

### **Principales Resultados**

Durante la realización de la práctica, los estudiantes prepararon los materiales propuestos. Como ejemplos, en la Figura 1 se presenta una fotografía del comienzo de la preparación del material compuesto formado a partir de fibra de vidrio y resina poliéster, y en la Figura 2 un material compuesto de fibra de carbono y resina epoxi. En ambos casos se observa la disposición de las primeras capas de resina y del refuerzo utilizado.

**Figura 1** Fibras de vidrio sobre el molde impregnadas con resina poliéster.



**M. M. Laz Pavón, F. Rivera-López, M. Hernández-Molina, J. M. Cáceres, J.A. Valido and R. Zamora Rojas**

**Figura 2 Fibras de carbono sobre el molde impregnadas con resina epoxi.**



Las piezas obtenidas, tras el curado bajo presión, presentan buena consistencia. En el caso de no preparar bien la resina o aplicarla de manera incorrecta, pueden aparecer dificultades a la hora de compactarse el material en su conjunto.

Una vez preparados los materiales, se sometieron a diversos ensayos de tracción y flexión en una máquina universal de ensayos. En la Figura 3 se presenta un momento del ensayo de una de las muestras durante la realización de un ensayo de flexión a tres puntos.

**Figura 3 Ensayo de flexión a tres puntos.**



Con este tipo de ensayos, los estudiantes deben realizar el diseño del ensayo manejando la máquina universal de ensayos. Los datos adquiridos serán posteriormente analizados para obtener distintos parámetros de interés y así caracterizar los compuestos fabricados desde un punto de vista mecánico.

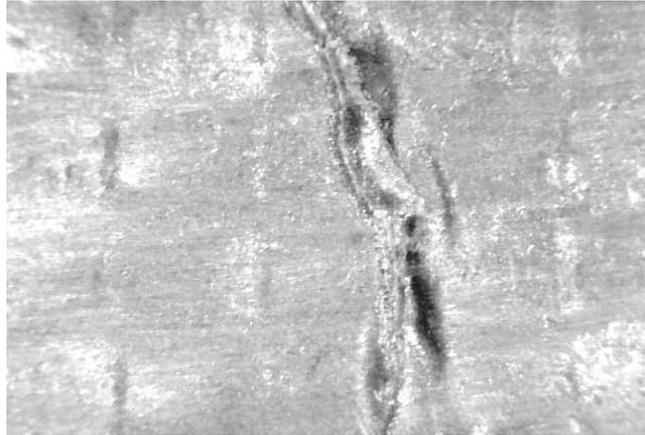
Tras los ensayos se procede observar mediante un microscopio digital las posibles grietas o roturas en las piezas. Como puede apreciarse en la Figura 4, correspondiente a una pieza de reforzada con fibras de carbono, la cara inferior de la probeta según su disposición en el ensayo de flexión, es sometida a esfuerzos de tracción y presenta una grieta apreciable tras dicho ensayo. Esta grieta se ha propagado a lo largo de la zona de aplicación de carga, produciéndose la rotura de las fibras. La cara superior de la probeta, sometida a compresión (Figura 5) presenta una doblez o arruga como consecuencia de dicho ensayo.

**Figura 4 Imagen de Microscopía óptica (x50A) de la superficie inferior (sometida a tracción) de una pieza de resina epoxi reforzada con fibra de carbono tras ensayo de flexión.**



**M. M. Laz Pavón, F. Rivera-López, M. Hernández-Molina, J. M. Cáceres, J.A. Valido and R. Zamora Rojas**

**Figura 5 Imagen de Microscopía óptica (x50A) de la superficie sometida a compresión de una pieza de fibra de carbono con resina epoxi tras ensayo de flexión.**



### **Conclusiones**

Esta práctica de laboratorio permite al alumnado del Grado en Ingeniería Mecánica familiarizarse con los materiales compuestos.

Entre las competencias formativas que adquieren está la fabricación y la preparación de los mismos, enfrentándose de primera mano con las particularidades y precauciones que el proceso requiere. Durante el desarrollo de la práctica, y dado que ésta se realiza en grupo, se ejercita la competencia extracurricular del trabajo en equipo, además de la aplicación de los conocimientos teóricos a los prácticos.

Además de la fabricación, el alumnado realiza un estudio de diversas propiedades mecánicas de estos materiales, ejercitándose en los ensayos mecánicos empleados y en el análisis de resultados de los mismos.

Para la elaboración del informe, los estudiantes se deben enfrentar a la resolución de problemas, a la discusión de los resultados y la evaluación de las soluciones, teniendo como objetivo fomentar la capacidad analítica de los estudiantes y comprender la importancia que hoy en día tienen los materiales compuestos dentro del campo de la Ingeniería.

Este informe consta de una breve introducción teórica relativa a los materiales compuestos, sobre todo de fibras y resina. A continuación se pide describir el procedimiento de fabricación empleado (comentando materiales, precauciones de seguridad...) añadiéndose documentación gráfica sobre el mismo.

De la caracterización mecánica mediante ensayos, se obtienen los parámetros correspondientes. El informe debe incluir las gráficas obtenidas, los cálculos realizados y una discusión sobre los resultados obtenidos y la bibliografía consultada.

Se evalúan por separado el informe de texto y el tratamiento de los datos mecánicos (40%, sobre las gráficas y la obtención de parámetros correctos). El 60% restante corresponde a la descripción correcta de la fabricación, el desmoldeo y el corte de las probetas (20%), la discusión y comparación de los parámetros obtenidos, (con otras muestras fabricadas y con la bibliografía), (20%), la introducción (10%) y la presentación y la bibliografía (10%).

### **Referencias**

Ashby, Michael F.(2011). *Materials Selection in Mechanical Design*. Elsevier.

Ashby, Michael F.(2009). *Materials and the Environment*. Elsevier.

Puertolas, Rios, Castro y Casals Eds.(2009) . *Tecnología de Materiales*. Ed. Síntesis

Pat L. Mangonon (1999). *The principles of materials selection for engineering design*. Ed. Prentice-Hall.



## Desarrollo de competencias transversales en grados de ingeniería industrial mediante metodologías activas de enseñanza-aprendizaje basadas en el *mentoring* y ABP

Landeta-Manzano, Beñat<sup>a</sup>, Peña-Lang, María Begoña<sup>b</sup>, Ruiz de Arbulo-López, Patxi<sup>c</sup> y Arrospide-Zabala, Eneko<sup>d</sup>

<sup>a</sup>Dpto. Organización de Empresas. Universidad del País Vasco. benat.landeta@ehu.es, <sup>b</sup>Dpto. Organización de Empresas. Universidad del País Vasco. begona.lang@ehu.es, <sup>c</sup>Dpto. Organización de Empresas. Universidad del País Vasco. patxi.ruizdearbulo@ehu.es, y <sup>d</sup>Dpto. Matemática Aplicada. Universidad del País Vasco. eneko.arrospide@ehu.es

---

### **Abstract**

*The university community is concerned with training professionals who are capable of seeking innovative solutions, managing uncertainty, making decisions based on equality and social justice, and at the same time being motivated to continue learning and developing personally and professionally. The authors share this concern and the effect, they have been working on the development of these skills outside the classroom, such as Complementary Studies offered by the University of the Basque Country (UPV/EHU). The success of the Program, with the participation of graduates and active professionals, has prompted the authors to consider the integration of the Program in industrial engineering degrees at the Faculty of Engineering of Bilbao. In order to cover the need to put into practice the acquired knowledge and fix it and to develop to a greater extent the transversal skills of degrees, the combination of mentoring and PBL has been proposed as an experimental solution.*

**Keywords:** *Learning Based on Problems / Projects, Mentoring, Teamwork, Transversal skills.*

---

### **Resumen**

*En la comunidad universitaria preocupa formar profesionales que sean capaces de buscar soluciones innovadoras, manejar adecuadamente la incertidumbre, o tomar decisiones desde criterios de equidad y de justicia social y, al mismo tiempo, estar motivados para seguir aprendiendo y desarrollándose*

*personal y profesionalmente. Los autores comparten esta preocupación y al efecto, han venido trabajando el desarrollo de estas competencias fuera del aula, en el formato de Estudios Complementarios de la Universidad del País Vasco (UPV/EHU). El éxito del Programa, con la participación como alumnos de egresados y profesionales en activo, ha impulsado a plantear a los autores su integración en la formación reglada en los grados de ingeniería industrial de la Escuela de Ingeniería de Bilbao (EIB). Al objeto de cubrir la necesidad de puesta en práctica de los conocimientos adquiridos, fijarlos y desarrollar en mayor medida las competencias transversales de los grados, se ha planteado la combinación de mentoring y ABP como solución experimental.*

**Palabras clave:** *Aprendizaje Basado en Problemas/Proyectos, Competencias transversales, Mentoring, Trabajo en equipo.*

## **Introducción, Justificación y Objetivos**

En los últimos años numerosas voces del ámbito empresarial vienen reclamando graduados universitarios que sepan trabajar eficazmente en equipo. Sin embargo, los graduados no poseen habilidades importantes requeridas por los empleadores, como habilidades de comunicación, toma de decisiones, resolución de problemas, liderazgo, inteligencia emocional, ética social, así como la capacidad de trabajar con personas de diferentes procedencias.

La Universidad del País Vasco (UPV/EHU) se encuentra actualmente inmersa en un proceso de reflexión sobre las competencias transversales en los grados que oferta. Y es que, para poder formar a futuros profesionales que demanda la sociedad es necesario hacerlo en aquellas competencias que le sean necesarias (Crawley et al., 2007; Nair et al., 2009).

No obstante, ¿a qué nivel de competencia? Ruíz de Gauna et al. (2015), en una encuesta de realizada en la UPV/EHU en el año 2016, comparaban la valoración de egresados de la promoción de 2013, la formación adquirida y su utilidad en el puesto de trabajo. El liderazgo, conducción y coordinación de equipos, por un lado, y creatividad e innovación, por otro, eran los principales aspectos, junto con el dominio de lenguas extranjeras, que se trabajaban en el aula menos de lo requerido en sus profesiones. Más del 60% de los encuestados afirmaban que su dominio era bajo en ambas competencias. Y, sin embargo, según Khattak et al. (2012), los ingenieros dedican el 60% de su tiempo a comunicarse con otras personas, y esta cifra probablemente sea más alta para los ingenieros en posiciones de liderazgo. Independientemente del rol de cada uno, casi siempre se requiere que los ingenieros trabajen en equipo. Es importante que todos los miembros del equipo tengan habilidades de liderazgo y auto-liderazgo para que el trabajo en equipo sea más efectivo (Crumpton-Young et al., 2010).

La finalidad del proyecto es, por un lado, potenciar el desarrollo y mejorar la adquisición de las competencias transversales de habilidades sociales, trabajo en equipo orientado fuertemente a objetivos, compromiso, toma de decisiones, y liderazgo de los alumnos de último curso en los grados de ingeniería industrial de la Escuela de Ingeniería de Bilbao (EIB). Y, por otro lado, se pretende que el alumno de nuevo ingreso comience a trabajar dichas competencias transversales con el trabajo en equipo mediante la metodología de enseñanza-aprendizaje basado problemas/proyectos (ABP). Un planteamiento nunca antes realizado en los grados de ingeniería industrial de la EIB.

### **Trabajos Relacionados**

En aras de lograr que los alumnos de grado adquieran las competencias profesionales que les requieren la empresas y, por ende, la sociedad, no sería adecuado afirmar que siempre una metodología o técnica de enseñanza-aprendizaje es más eficaz que otras, cualquiera de las situaciones de aprendizaje descritas anteriormente puede resultar la más eficaz en un momento determinado (Navarro, 2007). El uso de las situaciones de aprendizaje competitivo, individualista y cooperativo es necesario porque los alumnos trabajarán en el futuro en un entorno profesional competitivo, en el que colaborar resulta imprescindible para lograr los objetivos de cualquier organización, partiendo del trabajo autónomo.

No obstante, cuando se trata de desarrollar y adquirir habilidades y destrezas interpersonales es necesario aplicar métodos de aprendizaje basados en la cooperación (Brandi y Iannone, 2017).

Por lo tanto, resulta fundamental dedicar tiempo a trabajar y supervisar estos aspectos en el aula. Pero para adquirir la competencia de trabajar en equipo es necesario ejercitarla y evaluar durante el proceso de enseñanza-aprendizaje (Hsiung, 2012), y a tal efecto se plantea en el presente proyecto la combinación del aprendizaje cooperativo dentro de contexto ABP (Aprendizaje basado en Problemas/Proyectos) y el *mentoring* entre alumnos de cuarto curso de los grados industriales, en el rol de coordinadores de equipo (mentores), y alumnos de primero en las asignaturas de Estadística y Álgebra. La mentoría permite poder adquirir al alumno de cuarto curso una perspectiva más profunda, tanto de sí mismo como de su disciplina académica y el desarrollo de habilidades sociales, de asesoramiento y de orientación.

Además, el empleo del ABP y el *mentoring*, en ambos casos, mejora la satisfacción del estudiante con la experiencia de aprendizaje, y tienen efectos positivos en el rendimiento académico en comparación con otros métodos de enseñanza tradicionales (Navarro, 2007).

### **Experimentación / Trabajo Desarrollado**

El desarrollo del proyecto pretende que los alumnos de cuarto curso de grados industriales que estén cursando las asignaturas de 'Organización de la Producción' y 'Sistemas de Gestión Integrada' ejercerán como coordinadores de los equipos multidisciplinares (grados

industriales de mecánica, electrónica y electricidad) confeccionados para la realización de proyectos (PBL) planteados en las asignaturas de primer curso comunes a los grados industriales (Mecánica/Eléctrica/Automática y Electrónica) de la EIB.

La metodología se basa en la enseñanza-aprendizaje cooperativo, en la que el *mentoring* y el ABP se combinan con la intención de que los alumnos de cuarto curso desarrollen competencias relacionadas con el liderazgo emocional, comunicación, innovación y creatividad y pongan en práctica las estrategias vistas en la asignatura de ‘Sistemas de Gestión Integrada’ para conseguir desarrollar equipos de trabajo, de modo que permitan lograr resultados óptimos. Asimismo, los alumnos deben conocer y desarrollar habilidades de planificación y organización, motivación y de dirección de grupo, propias de la ‘Organización de la Producción’.

Se pretende un proceso de enseñanza-aprendizaje:

- Participativo: se presentarán los contenidos a trabajar y se facilitarán reflexiones compartidas.
- Que los alumnos aprendan haciendo: personas protagonistas de su propio proceso de aprendizaje.
- Activo: acompañado de problemas/casos/proyectos prácticos, cercanos a la realidad profesional del ingeniero.
- Orientado a la acción: enfocado en el compromiso de cambio.

Se propone el siguiente plan de trabajo (ver Tabla 1.1) en el módulo de ‘Gestión de la Calidad’ del programa en la asignatura de ‘Sistemas de Gestión Integrada’ de cuarto curso de los grados industriales:

**Tabla 1.1. Diseño de la acción formativa para capacitación en equipos de trabajo.**

<b>Módulo 1. Liderazgo personal e inteligencia emocional</b>	
Objetivos:	– Desarrollar competencias relacionadas con el liderazgo personal.
	– Conocer y superar las creencias que nos limitan.
	– Conocer y analizar las habilidades de planificación, organización, motivación y de dirección, para un desempeño adecuado de funciones del líder.
Programa:	1. Necesidad del liderazgo personal
	2. Claves del liderazgo personal. Víctima o protagonista
	3. Creencias limitantes. Lo que me digo y lo que no me digo.
	4. Inteligencia emocional. Aplicación al liderazgo
	5. Autoconocimiento.

<b>Módulo 2. Comunicación Interpersonal</b>	
Objetivos:	– Dotar de herramientas que permitan desarrollar la habilidad para establecer comunicaciones efectivas con las personas del entorno.
	– Conocer las diferentes habilidades sociales, empatía, escucha activa, asertividad, para conseguir mantener relaciones interpersonales satisfactorias.
	– Aprender a ser una persona asertiva para decir lo que realmente se piensa controlando el mensaje que se quiere transmitir sin ser agresivo o frágil.
Programa:	1. Papel de las conversaciones en nuestra vida y en las organizaciones.
	2. Modelo <i>Observador-Acción-Resultados</i>
	3. Componentes de una conversación
	4. Área del lenguaje
	5. Gestión de conversaciones.
	6. La pregunta como elemento clave de la conversación. Preguntas abiertas y cerradas
<b>Módulo 3. Gestión Equipos Y Personas</b>	
Objetivos:	– Identificar las necesidades y motivaciones de cada individuo
	– Capacitar a los asistentes para participar activamente en el logro de metas comunes.
	– Aprender a gestionar las diferencias para conseguir objetivos comunes
	– Reconocer la diversidad de aspectos positivos y negativos en las personas que nos rodean
Programa:	1. Conexión con las diferentes personas que integran una organización para lograr objetivos comunes.
	2. Diferencias entre grupo y equipo.
	3. Identificación y reconocimiento de las diferentes personalidades de la empresa.
	4. Relación de aspectos positivos y negativos de personalidad.
	5. Detección de necesidades diferentes en personas diferentes.
	6. La motivación. Motivación a la carta.
<b>Módulo 4. Gestión del tiempo</b>	
Objetivos:	– Aprender a dirigir la propia vida abordando los problemas y las oportunidades en el momento que se presentan, con diligencia y prontitud.
	– Gestionar adecuadamente nuestro tiempo utilizando herramientas que favorezcan su gestión y que fomenten una mayor satisfacción y productividad.
	– Aprender a detectar el hábito de la procrastinación y ser conscientes de las implicaciones que tiene en nuestra vida personal y profesional.

	– Ser capaz de establecer metas y objetivos y cumplirlos.
Programa:	1. Síntomas de una mala organización del trabajo y empleo del tiempo
	2. La procrastinación
	3. Planificación, organización y control
<b>Módulo 5. Creatividad y toma de decisiones</b>	
Objetivos:	– Los ladrones del tiempo.
	– Capacitar a los participantes para realizar el planteamiento de problemas y su análisis de un modo creativo.
	– Conocer diferentes metodologías y técnicas para la generación de ideas innovadoras y creativas tanto personales como grupales.
	– Desarrollar habilidades de creatividad para generar alternativas innovadoras y originales a situaciones, problemas, actividades, etc.
Programa:	1. El proceso de Análisis y toma de decisiones
	2. Identificación del problema o asunto objetivo
	3. Análisis de causas y generación de alternativas
	4. Evaluación y Análisis de alternativas generadas.

La impartición de la formación específica para los alumnos de cuarto que ejercerán de Coordinadores de equipo consta de los citados 5 módulos de 2 horas de duración cada uno en sesiones de 2 horas en las clases de la modalidad docente de Práctica de Aula. Al comienzo de la formación se les expondrá el propósito de la acción formativa, objetivos, resultados de aprendizaje, y las herramientas de evaluación de la actividad (proyecto) y su integración en el sistema de evaluación de la asignatura.

Asimismo, los alumnos de cuarto, que ejercerán de Coordinadores de equipos, deberán acudir a la exposición del proyecto que se les asigne, al aula de alumnos de primer curso, donde conocerá los integrantes de su equipo y comenzará el desarrollo de la actividad o proyecto.

El inicio del proyecto comenzará con la formulación general del proyecto, se les aporta la pregunta motriz y se presenta el escenario y las preguntas guía. Asimismo se exponen la dinámica de trabajo que se seguirá y el sistema de evaluación.

A partir de entonces, se formarán equipos de 3 alumnos basándonos en la selección de criterios de formación de equipos heterogéneos. Con ello justificamos la necesidad de gestionar de una forma eficiente dicho grupo.

Aunque existe la posibilidad de que el número total de alumnos en clases supere los 50 alumnos, cabe la posibilidad de que los equipos sean de 4 alumnos, no descartando que sean incluso de 5 alumnos. La decisión estará condicionada por el número de grupos a gestionar, el cual no debería de sobrepasar los 20 equipos para asegurar un eficiente control y evitar la sobrecarga de trabajo para el profesor.

La formación de los equipos será al azar, para simular un caso real ya que los empleados de una empresa no siempre pueden elegir con quién trabajar. Pero se intentará respetar que los miembros de los equipos pertenezcan al mismo subgrupo de Grupo de Ordenador/Seminarios/Prácticas de Laboratorio.

A través de una serie de tareas o entregables distribuidas a lo largo de la elaboración del Proyecto permitirán hacer un seguimiento y control de la evolución del mismo. Además permiten proponer actividades relacionadas con los objetivos del proyecto que pueden no recoger los productos finales que se piden.

Asimismo los entregables permiten orientar a los alumnos para el cumplimiento de los objetivos de aprendizaje. Cuando el producto que se pide plantea unos contenidos abiertos, como es el caso del producto final, esto puede causar incertidumbre entre los miembros del equipo. A través de la realización de un entregable concreto se pueden proporcionar pistas que conduzcan a los alumnos a despejar esta incertidumbre o ayudarles a gestionarla de una forma óptima.

En relación a los entregables, tras su presentación se llevará a cabo una discusión de los resultados que servirá para corregir errores y desviaciones, pero también servirán para influir en la motivación de los alumnos al comprobar su desempeño.

A continuación se detallan la relación de herramientas y actividades propuestas para el desarrollo de la metodología ABP:

1. Composición de los equipos.
2. Definir roles y actividades de trabajo en equipo.
3. Puzzle relacionado con la detección de problemas de trabajo en equipo orientado a resultados.
4. Presentación y análisis del escenario, objetivos de aprendizaje y productos del Proyecto por equipos.
5. Definir plan de trabajo de los equipos.
6. Definición de herramientas de búsqueda y fuentes de información accesibles.
7. Empleo de las técnicas de 'One minute paper' y 'puzzle' con lecturas complementarias para introducir a los alumnos en la temática del proyecto.
8. Tormenta de ideas para definir los contenidos de cada entregable.
9. Reunión de expertos. En el transcurso de la elaboración de los entregables, los responsables de las distintas áreas (especialistas) de cada uno de los Proyectos se reunirán pa-

ra colaborar y/o aportar ideas de cada una de dichas áreas. Con ellos pretendemos alcanzar el objetivo principal de esta técnica de trabajo inter-grupal, la cooperación para un mayor conocimiento de los procesos de la empresa y la gestión adecuada de los mismos.

10. Tormenta de ideas para definir los contenidos del producto final del Proyecto.
11. Realización de auditorías por equipos para identificar aspectos mejorables de las propuestas.
12. Exposición oral en público del producto final del Proyecto y entrega de los documentos de soporte elaborados.

Dado el elevado número de los grupos y el tiempo máximo de 15 minutos para realizar la exposición, se entiende difícil darles la oportunidad de exponer los resultados a todos los equipos de cada grupo. Además, las experiencias previas indican que puede resultar muy monótono, puesto que se trata del mismo encargo para todos los equipos.

Por ello, los grupos deberán realizar primeramente un contraste y discusión de los resultados por pares de equipos aplicando técnicas de negociación y consenso. Ello da la oportunidad a que los equipos profundicen en competencias horizontales como capacidad de negociación, liderazgo, toma de decisiones y resolución de conflictos.

Posteriormente, los grupos se dividirán y la mitad de los equipos realizarán la exposición de los resultados que hayan obtenido, y para su presentación y discusión sólo asistirán los miembros de los equipos involucrados. De esta forma se reduce el número de personas que participan en las discusiones del producto final del Proyecto, haciendo más eficiente y funcional su presentación y discusión, y se evita la monotonía.

La evaluación de los objetivos de aprendizaje de la asignatura se realizará empleando los siguientes instrumentos:

<b>Instrumentos de Evaluación</b>	<b>Valor (%)</b>
<b>Valoración por equipos</b>	<b>%</b>
Entregable 1: Lluvia de ideas sobre objetivos formativos. Una vez discutido y analizado el escenario del Proyecto, los equipos deben determinar qué deben conocer y aprender para cumplir con el encargo. Las ideas propuestas por los equipos se discutirán entre pares y se expondrán en el encerado.	15
Entregable 2: Diagrama de Gantt sobre la planificación de Proyecto. Cada equipo debe presentar una planificación de las actividades para cumplir con los objetivos del proyecto. Deben especificar y exponer cómo va a realizar el reparto de actividades y cómo las controlarán.	10
Entregable 3: Anteproyecto que recogerá los trabajos preliminares a la realización	20

del proyecto.	
Entregable 4: Proyecto que recoge los resultados orientado a los objetivos marcados en el planteamiento inicial.	15
<b>Valoración Individual</b>	<b>%</b>
Entregable 5: <ul style="list-style-type: none"> <li>– Examen final tipo test. Valoración individual por el profesor. Valoración individual a cada miembro de equipo a través de una prueba tipo test.</li> <li>– Examen final de desarrollo. Valoración individual por el profesor. El examen tendrá dos partes diferenciadas, una parte tipo test de conocimientos mínimos de la asignatura y otra parte con cuestiones a desarrollar sobre los resultados del proyecto.</li> </ul> Se exigirá como nota mínima 5 puntos sobre 10 para aprobar la asignatura.	30
Entregable 6: Co-evaluación. Valoración individual de cada miembro de equipo por los demás miembros.	5
Entregable 7: Observación individual. Valoración individual por el equipo de profesores. Seguimiento del desempeño individual del alumno mediante fichas y guías de observación.	5
<b>TOTAL</b>	<b>100</b>

Otro aspecto a destacar corresponde a las co-evaluaciones. Aunque en general en la mayoría de los casos puede existir la tendencia de sobrevalorar las aportaciones de los propios miembros de equipos, también puede haber valoraciones negativas de miembros. Ello puede servir para contrastar las valoraciones individuales del profesor.

Las exposiciones orales se valorarán (alumnos y profesor) siguiendo una rúbrica. Asimismo, además de las herramientas descritas, se procurará una observación sistemática del proceso de aprendizaje del alumno, a través del seguimiento directo de las actividades. Pueden utilizarse como instrumentos guías y fichas de observación.

### Principales Resultados esperados

El desarrollo y puesta en práctica de la presente propuesta experimental implicará la coordinación del profesorado del área de Organización de Empresas de cuarto curso y de Matemática Aplicada de primer curso, lo cual ayudará igualmente a la coordinación del equipo docente de las titulaciones de ingeniería industrial de la EIB.

De acuerdo con experiencias previas en mentoring (Clark et al., 2013; Casado-Muñoz et al., 2015) y ABP (Córdoba et al., 2010) aplicado en educación superior, se esperan los siguientes resultados concluida la implementación del proyecto:

- Desarrollo de competencias y habilidades generalizables a su desarrollo personal y profesional: gestión y dirección de equipos humanos, capacidad empática, búsqueda selectiva de información, tolerancia y responsabilidad, trabajo en equipo, planificación y desarrollo de planes de trabajo basados en necesidades y objetivos.
- Adquisición de experiencia en organización de reuniones de trabajo, en dirección de equipos humanos y en la elaboración de una agenda e informes de una reunión.
- Ampliación de sus relaciones y mejora de sus habilidades sociales.
- Fomento de la autosatisfacción personal y actitudes positivas a través de la percepción de ayuda, colaboración y utilidad.

Cabría añadir que, en un período de tiempo suficiente para que los equipos de aprendizaje maduren, según algunos estudios (Brandi y Iannone, 2017), los alumnos que trabajan según técnicas y metodologías de aprendizaje cooperativo obtienen resultados sustancialmente mejores en las pruebas individuales que aquellos que no lo hacen (Hsiung, 2012). No obstante, los estudios no muestran diferencias significativas entre el conocimiento entre los estudiantes de ABP y no ABP (Schmidt, 2007). Afirman no disponer pruebas concluyentes, aunque sí parece que los alumnos que adquirieron conocimientos en el contexto de la resolución de problemas son más propensos a usarlos espontáneamente para resolver nuevos problemas que las personas que adquieren el mismo conocimiento por métodos más tradicionales de enseñanza. Aún y todo, Yadav et al. (2011) destacaban en su estudio la creencia de los alumnos de que aún así, tras la experiencia de trabajo basada en el ABP, el nivel de conocimiento adquirido era mayor con las técnicas y metodologías de enseñanza tradicionales.

## **Conclusiones**

La presente propuesta es una iniciativa experimental que pretende apoyar el desarrollo de aquellas competencias humanas, descritas algunas de ellas pero no todas en las memorias de grados de ingeniería como: el liderazgo personal, la inteligencia emocional o la comunicación interpersonal. Precisamente el liderazgo será una de las competencias no recogidas en las memorias de grado que se trabajará especialmente, pues es esencial para gestionar la innovación, ya que en cualquier equipo debe existir la figura que defiende y dirige la invención, la innovación y la implementación de proyectos y tecnologías en ingeniería. Se trata del último nivel cognitivo en la taxonomía de Bloom. Ello exige al alumno dominar los niveles anteriores, en caso contrario puede suponer un hándicap en el desarrollo del proyecto. Otra dificultad añadida será el tamaño de los grupos en las modalidades docentes de clase magistral y prácticas de aula, donde el número de alumnos cubrirá en muchos grupos las 75 plazas.

Por otro lado, al ser la primera vez que se lleva a cabo una propuesta de las características descritas en el contexto en el que se enmarca, cabe esperar dificultades como encontrar la financiación necesaria, el profesorado con inquietud de participar en la presente propuesta, la dificultad intrínseca de integrar este tipo de actividades para el desarrollo de competencias transversales de forma coordinada en más de una asignatura y que abarcan conceptos multidisciplinares. Desde luego, la implicación y colaboración de profesores de las asignaturas y la coordinación del equipo del proyecto serán claves para el éxito del Proyecto.

## **Referencias**

- Casado-Muñoz, R., Lezcano-Barbero, F., Colomer-Feliu, J. (2015). Diez pasos clave en el desarrollo de un programa de mentoría universitaria para estudiantes de nuevo ingreso. *Revista Electrónica Educare*, 19(2).
- Clark, R., Andrews, J., Gorman, P. (2013). Tackling Transition: The value of peer mentoring. *Widening Participation and Lifelong Learning*, 14(1), 57-75.
- Cordoba, M. L., Rodriguez, A., Martínez, M. E., Ferré, X. (2010). Evaluación de competencias del proyecto mentor. En: "V Jornadas Internacionales Mentoring & Coaching", 23/11/2010 - 25/11/2010, Madrid, España.
- Crumpton-Young, L., McCauley-Bush, P., Rabelo, L., Meza, K., Ferreras, A., Rodriguez, B., et al. (2010). Engineering leadership development programs a look at what is needed and what is being done. *Journal of STEM Education: Innovations and Research*, 11(3/4), 10.
- Brandi, U., Iannone, R. L. (2017). Learning strategies for competence development in enterprises. *Industrial and commercial training*, 49(1), 1-5.
- Hsiung, C. M. (2012). The effectiveness of cooperative learning. *Journal of Engineering Education*, 101(1), 119-137pp.
- Khattak, H., Ku, H., Goh, S. (2012). Courses for teaching leadership capacity in professional engineering degrees in Australia and Europe. *European Journal of Engineering Education*, 37(3), 279-296.
- Nair, C. S., Patil, A., Mertova, P. (2009). Re-engineering graduate skills—a case study. *European journal of engineering education*, 34(2), 131-139pp.
- Navarro, L. P. (2007). El aprendizaje cooperativo. PPC.
- Ruiz de Gauna, P., Moro, V. G., Morán-Barrios, J. (2015). Diez claves pedagógicas para promover buenas prácticas en la formación médica basada en competencias en el grado y en la especialización. *Educación Médica*, 16(1), 34-42.
- Schmidt, L. C. (2007). Engineering teams: Individual or group sport?. *International Journal of Engineering Education*, 22(3), 659pp.

*Desarrollo de competencias transversales en grados de ingeniería industrial mediante metodologías activas de enseñanza-aprendizaje basadas en el mentoring y ABP*

Yadav, A., Subedi, D., Lundeberg, M. A., Bunting, C. F. (2011). Problem-based Learning: Influence on Students' Learning in an Electrical Engineering Course. *Journal of Engineering Education*, 100(2), 253-280.



## **Planificación de prácticas de laboratorio basadas en un amplificador de radiofrecuencia de bajo coste orientadas a la enseñanza de asignaturas de Electrónica de Comunicaciones**

**Alberto Rodríguez, María R. Rogina, Juan Rodríguez, Diego G. Lamar, Aitor Vázquez y Javier Sebastián.**

Universidad de Oviedo. Escuela Politécnica de Ingeniería (EPI) de Gijón. Edificio Departamental nº 3. Campus Universitario de Viesques. 33204 Gijón. España. E-mail: rodriguezalberto@uniovi.es

---

### **Abstract**

*A versatile proposal of lab sessions for Communication Electronics related subjects, following a Design Based Learning methodology is presented.*

*The design of a low-cost RadioFrequency Power Amplifier able to operate in Class A, B and F is proposed. This design allows the experimental verification of the operation of the amplifier and the analysis of waveforms and characteristics of each operation class. Moreover, different capabilities can be taught to the students during the design of the amplifier, allowing diverse kind of lab sessions.*

**Keywords:** *Design Based Learning, Communication Electronics, RadioFrequency Power Amplifiers*

---

### **Resumen**

*Se presenta una propuesta versátil de prácticas de laboratorio para asignaturas del ámbito de la Electrónica de Comunicaciones siguiendo la metodología del Aprendizaje Basado en Diseño.*

*Se propone el diseño de un Amplificador de Potencia de RadioFrecuencia de bajo coste que permite operar de manera sencilla en Clase A, B y F. Además de la verificación experimental del funcionamiento de un amplificador y la posibilidad de analizar formas de onda y peculiaridades de cada clase de operación, se identifican distintas habilidades que se pueden transmitir a los alumnos durante el diseño del amplificador, lo cual permite la planificación de distintos tipos de prácticas de laboratorio.*

**Palabras clave:** *Aprendizaje Basado en Diseño, Electrónica de Comunicaciones, Amplificador de Potencia de RadioFrecuencia.*

## **Introducción, Justificación y Objetivos**

El Aprendizaje Basado en Problemas/Aprendizaje Basado en Proyectos (*Problem-Based Learning/Project-Based Learning*, PBL, en su terminología inglesa) ha sido utilizado con éxito por parte de los autores en el desarrollo de diversas prácticas de laboratorio en asignaturas del ámbito de la Electrónica de Comunicaciones. En particular, estas asignaturas se han desarrollado en el Grado en Ingeniería en Tecnologías y Servicios de Telecomunicación y en los Másteres Universitarios en Ingeniería de Telecomunicación y en Ingeniería Industrial de la Universidad de Oviedo, en la EPI de Gijón.

En la actualidad, se está promoviendo otro tipo de metodología activa basada en un aprendizaje más concreto, donde el diseño es el concepto integrador: el Aprendizaje Basado en Diseños (*Design Based Learning*, DBL, en su terminología anglosajona). Desde 1997 el DBL se ha propuesto como herramienta principal en la concepción de los currículos de las titulaciones de ingeniería de la Eindhoven University of Technology (Wijnen, 2000). Gracias a la investigación realizada y a la experiencia adquirida por esta Universidad (Gómez Puente, 2011; Gómez Puente, 2012) se define un marco de aplicación de esta nueva metodología docente.

Los trabajos propuestos a los alumnos en el DBL han de ser diseños multidisciplinares y cercanos a la realidad. Se pueden diferenciar los Diseños Reales, como aquellos que se concretan en un prototipo o en un producto físico y definitivo, de los Diseños Artificiales, como aquellos que no se concretan y que únicamente abarcan ciertas fases del diseño.

## **Experimentación / Trabajo Desarrollado**

El diseño del APRF de bajo coste propuesto permite el uso de la metodología DBL para la enseñanza de diferentes habilidades y competencias. Las sesiones de prácticas se deberán organizar en función de la asignatura en la que se utilicen estas prácticas de laboratorio y de la distribución de competencias y habilidades de la titulación. A continuación, se describen algunas de las habilidades que los alumnos pueden adquirir mediante DBL y el diseño del APRF propuesto:

- Diseño de Placas de Circuito Impreso (PCI): La PCI necesaria para el montaje del APRF es sencilla y puede ser diseñada por los alumnos utilizando programas gratuitos como Eagle®, EasyEDA u otros programas de pago de los que la titulación posea licencia.
- Montaje de PCI: El número de componentes necesarios para el montaje del APRF y su coste es reducido. El montaje de esta PCI permite a los alumnos el manejo y soldado de componentes reales, tanto de inserción como de montaje superficial.
- Diseño de filtros analógicos: Para conseguir un buen funcionamiento del APRF es necesario diseñar correctamente dos filtros analógicos, compuestos por la combinación de una bobina y varios condensadores. Las frecuencias de corte y los factores de calidad de los mismos son

importantes, por lo que resulta retador el diseño de un filtro adecuado y su verificación mediante el uso de un analizador de espectros.

- Diseño, montaje y verificación de componentes magnéticos: El APRF necesita un transformador para adaptar impedancias en la entrada del mismo y bobinas para los filtros.
- Simulación de circuitos electrónicos: El APRF es un circuito que se puede simular con facilidad utilizando software de simulación de circuitos electrónicos gratuitos como LTSpice®. Esto permitiría a los alumnos adquirir habilidades en la simulación de circuitos electrónicos.
- Verificación en simulación del funcionamiento de un amplificador de RF en clase A, B y F: tras un proceso previo de diseño del esquemático en las herramientas de simulación y el aprendizaje de manejo de las mismas, los alumnos pueden verificar el correcto funcionamiento del APRF en las distintas clases.
- Verificación experimental del funcionamiento de un amplificador de RF en clase A, B y F: Al igual que en simulación, el funcionamiento del APRF en las distintas clases se puede verificar experimentalmente mediante el uso de un osciloscopio, un generador de señales (que permita generar una señal cuadrada de 7MHz) y una fuente de alimentación.

Se han definido cuatro Diseños Reales y dos Diseños Artificiales que permitirían el desarrollo de sesiones de prácticas utilizando la metodología de DBL profundizando en el aprendizaje de distintas habilidades y competencias.

### **Principales Resultados**

El diseño del APRF de bajo coste se ha llevado a cabo siguiendo diferentes metodologías en la asignatura Diseño de Circuitos Electrónicos de Comunicaciones (Sebastián, 2017) del Máster Universitario en Ingeniería de Telecomunicación de la Universidad de Oviedo, en la EPI de Gijón. Esta asignatura se imparte en el primer semestre del Máster y cuenta con seis créditos ECTS, de los cuales 7 horas son prácticas de laboratorio.

Los autores de este artículo han impartido la asignatura durante cuatro años consecutivos, en los cuales se ha diseñado el APRF de bajo coste siguiendo distintas metodologías. A continuación se mencionan las metodologías seguidas y las conclusiones extraídas.

Curso Académico 2014/2015 y 2015/2016: En estos dos años académicos se emplearon tres sesiones de dos horas cada una (en total, seis horas) para el diseño del APRF. En estas sesiones se realizó el montaje de la PCI, el diseño, montaje y verificación de los elementos magnéticos (transformadores de entrada y bobinas de los filtros) y la verificación experimental del funcionamiento de un amplificador de RF en clase A, B y F. De manera no presencial se solicita el diseño de los elementos magnéticos previamente a la sesión presencial en la que se deben construir y verificar.

*Planificación de prácticas de laboratorio basadas en un amplificador de radiofrecuencia de bajo coste orientadas a la enseñanza de asignaturas de Electrónica de Comunicaciones*

Curso Académico 2016/2017: En este año académico se emplearon cuatro sesiones de dos horas cada una (en total, ocho horas) para el diseño del APRF. En estas sesiones se realizó el montaje de la PCI, el diseño exhaustivo de los filtros analógicos, el diseño, montaje y verificación de los elementos magnéticos (transformadores de entrada y bobinas de los filtros) y la verificación experimental del funcionamiento de un amplificador de RF en clase A, B y F. De manera no presencial se solicita el diseño de los filtros analógicos para que cumplan los requisitos de frecuencia de filtrado y factor de calidad necesarios.

Curso Académico 2017/2018: En este año académico se emplearon dos sesiones de dos horas cada una (en total, cuatro horas) para el diseño del APRF. En estas sesiones se realizó la verificación en simulación y de manera experimental del funcionamiento de un amplificador de RF en clase A, B y F. De manera no presencial se solicita la verificación en simulación del funcionamiento de un amplificador de RF en clase A, B y F.

### **Conclusiones**

La aplicación del DBL ha sido positiva tanto para los alumnos como para los profesores. Ha sido una evolución natural, partiendo de la aplicación previa del PBL. Se demuestra que esta metodología es válida para alcanzar los objetivos docentes de la titulación, cumpliendo con las expectativas de los estudiantes y retándolos a la elaboración de diseños funcionales.

Además, la posibilidad de realizar el diseño global de un APRF de bajo coste siguiendo distintas metodologías, permite la organización de prácticas de laboratorio basadas en el DBL y orientadas a la transmisión a los alumnos de diferentes habilidades y competencias.

En función del número de alumnos y de las competencias previas adquiridas por los mismos en otras asignaturas, es posible organizar las sesiones de prácticas para focalizarse en distintos objetivos. La propuesta presentada se ha impartido siguiendo distintas metodologías resultando satisfactoria tanto para los alumnos como para los docentes.

### **Referencias**

- Gómez Puente S.M., M. van Eijck and W. Jochems (2011). *Towards characterizing design-based learning in engineering education: A review of the literature*. European Journal of Engineering Education, Vol. 36, No. 2, pp. 136-149.
- Gómez Puente S.M., M. van Eijck, and W. Jochems (2012). *A sampled literature review of design-based learning approaches: A search for key characteristics*. International Journal of Technology and Design Education, [Published online DOI 10.1007/s10798-012-9212-x].
- Sebastián, J. (2017). *Apuntes de la asignatura Diseño de Circuitos Electrónicos de Comunicaciones*. [https://www.uniovi.es/sebas/E\\_Comunicaciones\\_master.htm](https://www.uniovi.es/sebas/E_Comunicaciones_master.htm)
- Wijnen, W.H.F.W. (2000). *Towards Design-based Learning*. OGO-brochure, p.8. Educational Service Centre (OSC). Eindhoven University of Technology.



## **Orientación Universitaria de estudiantes de Ingeniería. Plan de acción tutorial de la Escuela Politécnica Superior de Jaén (PAT-EPSJ)**

**D. Eliche-Quesada<sup>a</sup>, A. Medina-Quesada<sup>a</sup>, J. R. Balsas-Almagro<sup>a</sup>, E. Estevez<sup>a</sup>, F. J. Gallego<sup>a</sup>, C. Rus-Casas<sup>a</sup>**

<sup>a</sup> Escuela Politécnica Superior de Jaén Universidad de Jaén, Campus Las Lagunillas s/n 23071 Jaén, España ([deliche@ujaen.es](mailto:deliche@ujaen.es)) ([eps@ujaen.es](mailto:eps@ujaen.es)) .

---

### ***Abstract***

*The methodological changes in university teaching incorporate the tutorial action as one of its pillars. From the Higher Polytechnic School of Jaén (EPSJ) the tutorial action is encouraged, a service to all the students who wish to participate in it voluntarily. University counseling will involve students who participate in the development of academic, personal and professional competences. The PAT-EPSJ, is the framework in which the teachers-tutors and student-mentors conduct an orientation to the tutored students and advise them, help in their integration in the university and in the degree as well as in various aspects related to their studies and his future profession. To achieve these objectives, individual activities are carried out based on personal interviews, and a series of formative group activities are organized throughout the course in the form of talks, workshops or meetings.*

**Keywords:** *Tutorial Action Plan, Orientation, Mentoring, Engineering students.*

---

### ***Resumen***

*Los cambios metodológicos en la docencia universitaria incorporan la acción tutorial como uno de sus pilares. Desde la Escuela Politécnica Superior de Jaén (EPSJ) se fomenta la acción tutorial, un servicio a todos los estudiantes que deseen participar en él de manera voluntaria. El asesoramiento universitario supondrá a los estudiantes que participen el desarrollo de competencias académicas, personales y profesionales. El PAT-EPSJ, es el marco en el que los profesores-tutores y alumnos-mentores realizan una orientación a los alumnos tutorizados y les asesoran, ayudan en su integración en la*

*universidad y en la titulación así como en diversos aspectos relacionados con sus estudios y su futura profesión. Para conseguir estos objetivos se realizan actividades individuales basadas en entrevistas personales, además se ofertan una serie de actividades grupales formativas organizadas a lo largo del curso en forma de charlas, talleres o encuentros.*

**Palabras clave:** *Plan de Acción Tutorial, Orientación, Mentorización, Estudiantes de Ingeniería.*

### **Introducción, Justificación y Objetivos**

La implantación del Espacio Europeo de Educación Superior (EEES) ha supuesto un cambio en el sistema de enseñanza-aprendizaje. Un nuevo rol de los docentes a los que se les demanda una atención integral, no sólo de enseñanza sino también de orientación a los estudiantes (Martínez, 2005 y Alvarez, 2015). La mentorización es una herramienta innovadora de apoyo y orientación a las necesidades académicas, sociales y personales del alumnado universitario (Alvarez, 2008). Conscientes del valor añadido que supone una educación personalizada para una Educación Superior de calidad la Escuela Politécnica Superior de Jaén (EPSJ) comenzó a promover el plan de acción tutorial (PAT-EPSJ) a todos los grados de Ingeniería por primera vez en 2008 (Rus, 2012 y Lemus, 2013). Con objeto de realizar acciones de mejora, durante este curso académico, curso 2017-2018, los estudiantes no sólo pueden tener como mentores, a un profesor, sino también a otro estudiante de un curso superior. Esta experiencia trata de mejorar la cercanía entre mentor y estudiante así como su nivel de participación en la actividad.

El objetivo principal del PAT de la EPS-Jaén, es proporcionar una orientación integral a los estudiantes de los Títulos de Grado en Ingeniería impartidos en el centro, adaptada al momento en el que se encuentre de la titulación. Para lograr este objetivo principal, se definen los siguientes objetivos específicos:

- Favorecer la integración en la vida universitaria.
- Favorecer el uso de las plataformas virtuales en las que se organiza la docencia.
- Asesorar en la toma de decisiones para la elección de su itinerario curricular.
- Mejorar el rendimiento académico e Identificar las dificultades. .
- Promover la participación de los estudiantes (actividades, representación ...)
- Proponer talleres y encuentros profesionales para mejorar éxito profesional.

En este contexto, el PAT-EPSJ, plantea la orientación a través de la atención personalizada y de actividades colectivas.

### **Experimentación / Trabajo Desarrollado**

La estructura organizativa del PAT-EPSJ está formada por el director del centro, la subdirectora de estudiantes y una Comisión técnica integrada por profesores/as de distintas áreas.

La inscripción en el PAT-EPSJ de los alumnos es voluntaria, simplemente enviando un correo electrónico. Una vez inscritos, se le asigna un profesor y un alumno mentor. Los mentores deben convocar un mínimo de tres sesiones presenciales con sus alumnos tutorizados, quienes a su vez pueden contactar con el tutor cuando lo estimen oportuno. Los temas tratados en estas reuniones permiten alcanzar los objetivos planteados por el PAT-EPSJ. También se pueden incluir temas personales por iniciativa de los estudiantes. Los datos se registran en un espacio específico de la plataforma virtual de la Universidad de Jaén, teniendo en consideración la ley de protección de datos.

Además se han realizado una serie de actividades colectivas como las siguientes: iniciación a la docencia virtual, recepción alumnos-tutores PAT, taller conocimientos básicos para desenvolverse el primer año en la Universidad, seminarios de refuerzo de la formación básica en matemáticas, cómo afrontar con éxito los exámenes, edición básica de documentos y café con tutores.

Las actividades se difunden a través de las redes sociales como Facebook y Twitter @patepsj. Con objeto de tener mecanismos de seguimiento y evaluación así como detectar propuestas de mejora del programa de mentorización se realizan encuestas tanto a mentores como a estudiantes.

En lo referente a la evaluación de mentores, se ha definido un formulario que deben de cumplimentar, donde se indican aspectos claves como: forma habitual de contacto con los alumnos tutorizados, planificación de las entrevistas, actividades propuestas en la tutorización, temas tratados en las entrevistas no relacionadas con asignaturas del plan de estudios (movilidad, becas, actividades deportivas...). Además de la valoración como tutor de la utilidad del proceso de tutorización con el alumno/a tutorizado.

### **Principales Resultados**

En el curso académico 2016-17 se observa un incremento notable del 67,57% en la participación del alumnado en el PAT-EPSJ con respecto al curso académico anterior. Un 51,6% de los estudiantes, que manifiestan su interés por participar en el PAT-EPSJ, han realizado la primera reunión con su mentor. De ellos, el 43,7% realizan todas las entrevistas previstas. Los temas tratados en las entrevistas son principalmente la planificación de estudios y exámenes (68,42%), la adaptación a la vida universitaria (57,89%) y las relaciones con compañeros y profesores (47%). Un 68,18% manifiesta que ha modificado su forma de estudio respecto a su etapa preuniversitaria. De hecho, del primer al segundo cuatrimestre, se observa una tendencia en la mejora de los diferentes hábitos de estudio y trabajo. Esto se traduce en una mejora en los resultados académicos del primer al segundo cuatrimestre, donde disminuye la tasa de asignaturas no presentadas (del 36,8% al 22,1%) y aumenta el porcentaje de asignaturas superadas (del 17% al 22,1%).

En lo referente a la labor de los mentores, se ha incrementado en un 75,7% el número de docentes que han manifestado su interés en participar en la iniciativa, siendo la ratio men-

tor/estudiantes tutorizados de 1,069. Sólo el 30,5% ha manifestado haber realizado alguna labor de tutorización efectiva con sus estudiantes asignados de los cuales, el 73,6% manifiesta que dicha labor ha sido efectiva.

## **Conclusiones**

El PAT-EPSJ ha sido analizado recientemente en el proceso de acreditación de los títulos de grado en Ingeniería del Centro. Los expertos designados en el proceso felicitaron al centro por la propuesta y animan a continuar con la actividad. Esta actividad apuesta por una acción tutorial integral para conseguir el éxito académico y profesional del alumnado. Se puede concluir que los alumnos tutorizados tienen una rutina que mejora sus resultados académicos. Los alumnos implicados llevan las asignaturas al día, asisten de forma regular a clase, estudian de manera diaria y usan tanto la biblioteca como las tutorías académicas todo ello alentados por sus mentores.

Con respecto al profesorado, existe aún un grupo que no se implica en el proceso de mentorización voluntaria, no obstante un alto porcentaje se siente satisfecho de actuar como orientador efectivo de los alumnos tutorizados. Se considera necesario incorporar mecanismos de apoyo y reconocimiento al profesorado que se implique y realice una orientación de calidad. Además se debe hacer un seguimiento de las acciones realizadas para trabajar en acciones de mejora, como la implantada en este curso académico 2017-18 donde además de profesores participan alumnos mentores con los que se pretende conseguir una mejora del proceso de tutorización

## **Agradecimientos**

Los autores agradecen al Vicerrectorado de Enseñanzas de Grado, Postgrado y Formación Permanente la financiación obtenida para el PAT-EPSJ en I2D-UJA 2017.

## **Referencias**

- Martínez, T.S., Ortiz, A. M. (2005) *La acción tutorial en el contexto del Espacio Europeo de Educación Superior*. Educación y Educadores 8 123-144.
- Álvarez, M., Álvarez, J. (2015). *La tutoría universitaria: del modelo actual a un modelo integral*. Revista Electrónica Interuniversitaria de Formación del Profesorado, 18 (2), 125-142.
- Álvarez González, M. (2008). *La tutoría académica en el Espacio Europeo de la Educación Superior*. Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado, 22(1), 71-88.
- Rus C.; Almonacid F.; Satorres S.; de la Casa J.; Rodrigo P.; Aguilar J. D (2012). *Pilot scheme of a tutorial action plan for industrial engineering students* ISBN 978-1-4673-2486-1 ISBN: 978-1-4673-2485-4 DOI: 10.1109/TAEE.2012.6235447
- Lemus-Zúñiga L., Rus-Casas C., Terrasa-Barrena S., Espinilla M. (2013) *Experiencias de tutorización en el Grado de Ingeniería Informática* Actas de las XIX Jenui. Castellón, ISBN: 978-84-695-8051-6 DOI: 10.6035/e-TiIT.2013.13 Páginas: 259-266.



## Experiencia Innovadora en “Las Ciencias de la Naturaleza” de Educación Infantil

Pablos Miguel, Marta I.<sup>1</sup>, Verde Romera, Ana M<sup>a</sup> <sup>2</sup>

<sup>1</sup> Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales, Ciencias Sociales y de la Matemática. Facultad de Educación, Valladolid. E-mail: [siscallab@gmail.com](mailto:siscallab@gmail.com)

<sup>2</sup> Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales, Ciencias Sociales y de la Matemática. Facultad de Educación, Soria. E-mail: [anamaria@dce.uva.es](mailto:anamaria@dce.uva.es)

---

### **Abstract**

*The subject "The Nature Sciences in the curriculum of Childish Education Grade" is an obligatory subject in the University of Valladolid (Uva). This subject acquires a special relevance due to the fact that more than 90% of the students come from the Bachelor of Humanities and their memories of Science are very limited. In this project, the students designed their own lab experiences and these were taken to a Scientific Fair in a real school. We have tried that the future teachers of Childish Education remembered the basic concepts of the Experimental Sciences and acquired some scientist thought to be able to educate their future students in a complete way.*

**Keywords:** *Childish Education, Experimental Sciences, Innovation, Project.*

---

### **Resumen**

*La asignatura “Las Ciencias de la Naturaleza en el curriculum de Educación Infantil” es una asignatura obligatoria en la Universidad de Valladolid (UVA). Esta materia cobra una especial relevancia debido al hecho de que más del 90 % de los alumnos proceden del bachillerato de humanidades y sus conocimientos de Ciencias son muy escasos. En este proyecto, los propios alumnos se diseñaron sus prácticas y éstas se llevaron a una Feria Científica en un colegio rea. Así, hemos conseguido que los futuros profesores de Educación Infantil recuerden conceptos básicos de las Ciencias Experimentales y adquirieran habilidades científicas. Esta actividad ha permitido desarrollar la competencia científica y didáctica de los futuros docentes.*

**Palabras clave:** *Educación Infantil, Ciencias Experimentales, Innovación, Proyecto*

## **Introducción, Justificación y Objetivos**

La asignatura “Las Ciencias de la Naturaleza en el curriculum de Educación Infantil” se imparte como una asignatura obligatoria en el Grado de Maestro en Infantil de la Universidad de Valladolid (UVa). De los 74 alumnos matriculados, en la Facultad de Educación de Valladolid, dos procedían de un ciclo formativo y tres de bachillerato de Ciencias. El resto de los alumnos habían realizado el Bachillerato de Humanidades y Ciencias Sociales. Todos ellos, sin excepción, estaban realmente atemorizados con la asignatura y creían que su educación previa les iba a condicionar su aprendizaje y, por supuesto, el éxito en superar la asignatura.

Por otro lado, las clases teóricas son de dos horas y los alumnos pierden cíclicamente la atención cada 20-25 minutos (Bunce 2011). Por ello, pensamos en una experiencia innovadora que combinara la dinámica de Flipped Classroom<sup>1</sup>, trabajo cooperativo y enseñanza expositiva. Con estas bases, nos propusimos los siguientes objetivos:

- Desarrollar el pensamiento y habilidades científicas para que en su futura profesión como educadores puedan iniciar en los niños la alfabetización científica de forma satisfactoria.
- Fomentar el trabajo personal más activo y el trabajo en grupo lo que les ayudará a perder el miedo a las Ciencias.
- Diseñar clases prácticas atractivas para los alumnos de Grado, que podrán ser utilizadas como recursos didácticos en un futuro en rincones, proyectos...
- Diseñar clases teóricas que reduzcan la pérdida de atención de los alumnos.
- Desarrollar la autocrítica mediante procesos de evaluación.

## **Trabajos Relacionados**

Los trabajos prácticos tienen un lugar destacado en la investigación didáctica. Se trata de un tema complejo y controvertido en la enseñanza de las ciencias en nuestras aulas. Son muchos los autores en nuestro país que han trabajado sobre este tema (Vilches, 2013) y si bien no hay una postura unánime, podemos definir los trabajos prácticos como aquellos que incluyen actividades realizadas por el alumnado, con un grado variable de diseño y ejecución, que comporta la manipulación de materiales, objetos u organismos con la finalidad de observar y analizar fenómenos.

---

<sup>1</sup> trata de invertir la forma en que los contenidos de aprendizaje se entregan a los alumnos para favorecer el entendimiento de la materia (Arrobas, 2014; Houston, 2012)

Por otro lado, la llegada de las competencias científicas a nuestro sistema educativo, en los distintos niveles, implica junto a la adquisición de unos conocimientos, el desarrollo de unas habilidades y capacidades, que en el caso de la Competencia en Ciencia y Tecnología, tienen una gran relación con estos trabajos prácticos. Las actividades de tipo experimental, bien diseñadas desde el punto de vista didáctico, deberían permitir la adquisición de conocimientos científicos así como el desarrollo de actitudes como la reflexión, el análisis crítico o el desarrollo de la capacidad para la resolución de problemas.

Desde la formación del profesorado es fundamental desarrollar unos aprendizajes básicos (Cañal, 2012) que capaciten a los docentes desde el punto de vista científico y didáctico y permita a los futuros docentes desarrollar adecuadamente la competencia científica en las aulas (Fernández, 2015).

### **Metodología**

Parte I. Clases teóricas: En el desarrollo de estas clases utilizamos principalmente una enseñanza expositiva a través de presentaciones. El 25 % de las clases se desarrollaron con presentaciones y sin descanso ni cambio de actividad como medida de control.

Dado que las clases eran de dos horas, decidimos para alargar los ciclos de atención de los alumnos, intercalar cada 20 minutos, unas cuestiones prácticas que podían consultar en la red. Para controlar los momentos de pérdida de atención les pedimos a los estudiantes que anotaran en unas tablas que les repartimos, la hora en la que habían perdido la atención, asegurándoles que era para un estudio anónimo y sin repercusión en sus notas. Este tipo de estrategia se utilizó en el 75% de las clases teóricas.

La totalidad de la prueba (clases control y clases prueba) se realizaron a las mismas horas: de 8:00 a 10:00 de la mañana para evitar otras interferencias como el cansancio de las últimas horas de la mañana.

Parte II. Clases prácticas: Dada la idiosincrasia del Grado en Educación Infantil, pensamos que unas prácticas de laboratorio formales eran poco útiles para el objetivo de nuestra asignatura, por ello decidimos hacer otro tipo de actividades para trabajar habilidades científicas. Identificamos 12 temas distintos de ciencias como fuerzas, reacciones químicas, clasificación de los seres vivos... Cada grupo de trabajo debía preparar posibles actividades prácticas de cada uno de los temas, para Educación Infantil, así como el planteamiento y contexto didáctico de las mismas.

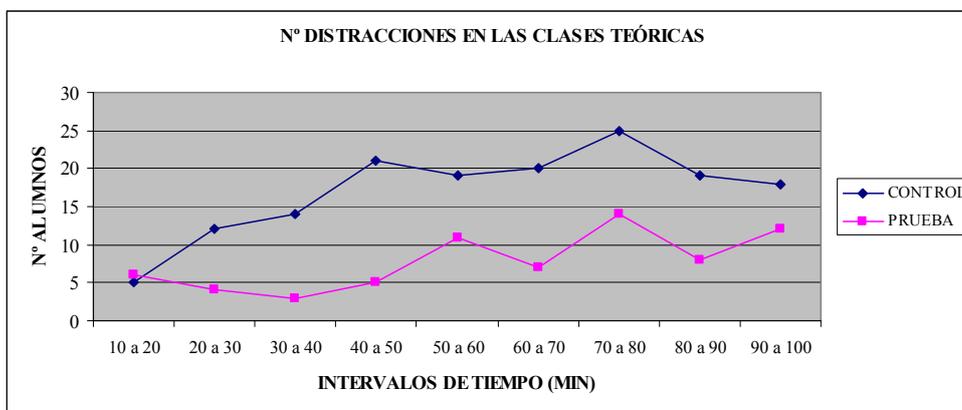
Todos los grupos expusieron las actividades en clase llevando a cabo un proceso de evaluación entre ellos y calificación, en función de 4 criterios: contenidos, adecuación a la edad de los niños, puesta en práctica y recursos.

Los trabajos con mejor calificación en cada tema, se seleccionaron para la Feria Científica que se llevó a cabo en un colegio de la ciudad. En el colegio, nos prepararon unos pequeños “stands” con pupitres y carteles con el tema de cada uno. A lo largo de una mañana fueron pasando tanto los niños de Infantil como de primer y segundo curso Primaria en grupos de 8 niños/stand, con un total 102 niños.

## Resultados

Parte I. Clases teóricas: Como se ha descrito en el apartado anterior, los propios alumnos controlaban sus tiempos de distracción de la explicación anotándolo en una tabla que recogimos al final de cada clase (tanto las de control como las de pruebas). Como puede verse en la figura 1, los momentos de distracción disminuyeron significativamente en las clases de prueba respecto a las de control. Los alumnos, en el momento de buscar las respuestas a las cuestiones en la red, se relajaban tomándolo como un espacio más lúdico, si bien continuábamos dentro de las clases de teoría. De esa manera, al cambiar de actividad, se lograba mantener la atención más tiempo durante las exposiciones teóricas.

Figura 1 Comparación de intervalos de distracción en las clases teóricas



Fuente propia

Parte II. Clases prácticas: Como hemos descrito, todos los grupos de prácticas calificaban al resto de los grupos en cada una de las prácticas. La media de las notas fue disminuyendo a medida que se iban exponiendo más prácticas, de las dos primeras prácticas (9.22 y 8.97) hasta la última práctica, con una media de 7.07. Consideramos que los alumnos estaban aprendiendo a ser más críticos y que la calidad de las presentaciones mejoró con el tiempo. Una vez seleccionadas las prácticas para cada tema, se utilizaron dos clases de ensayo y preparación del material que llevarían al colegio. La Feria resultó un éxito debido a la gran

curiosidad de los niños que participaron preguntando y queriendo repetir ellos las prácticas. Además, cuando volvieron a clase, las tutoras de todos los cursos aprovecharon para comentar los experimentos, en asamblea en Infantil y en la clase de Ciencias de la Naturaleza con Primaria: todas ellas comentaron impresionadas la cantidad de conocimientos que los niños recordaban de esta actividad.

## Conclusiones

En lo referente a las clases teóricas, el cambio de actividad disminuyó la distracción de los alumnos, aunque algunos apuntaron que al poder mirar libremente en la red, entraban en aplicaciones no relacionadas pero les sirvió para concentrarse mejor después.

En cuanto a las clases prácticas, consideramos que el resultado fue muy satisfactorio a tres niveles:

- Para nuestros alumnos: han aprendido a diseñar y adecuar experimentos científicos a Infantil, aplicando conceptos científicos y perdiendo así el miedo a esta materia. Desarrollaron una actitud crítica y constructiva a través del proceso de evaluación de los trabajos.
- Para los niños y tutoras del colegio: los niños mostraron un gran interés durante la realización de esta actividad, que les permitió acercarse a temas científicos despertando así su curiosidad. En la puesta en común posterior, las docentes detectaron que el aprendizaje había sido valioso, y muchos niños podían aplicarlo y relacionarlo con fenómenos naturales y contenidos teóricos trabajados en el aula.
- Para la profesora de la Facultad de Educación ya que ha percibido una mayor motivación e implicación del alumnado hacia la asignatura de ciencias, siendo la valoración de los estudiantes más positiva que al inicio de la docencia.

## Referencias

- Arrobas Velilla, T., Cazenave, J.I., Cañizares, J.I., Fernández, M.L. (2014). *Herramientas didácticas para mejorar el rendimiento académico*. REDU 12(4). pp. 397-413
- Bunce, D., Flens, E., Neiles, K. (2011). *How long can students pay attention in class? A study of student attention decline using clickers*. Journal of Chemical Education 87. pp 1438-1443.
- Cañal, P. (2012). *11 ideas clave. El desarrollo de la competencia científica*. Ed. Graó, Barcelona.
- Houston, M., Lin, L. (2012). *Humanizing the Classroom by Flipping the Homework versus Lecture Equation*. Proceedings of Society for Information Technology & Teacher Education International Conference 2012. pp 1177-1182.

*Experiencia innovadora en “Las Ciencias de la Naturaleza en Educación Infantil”*

Fernández, M.D., Lebrero, M.P. (2015). *Investigación sobre Educación Infantil: La calidad en opinión de su profesorado*. Ed. Síntesis

Vilches, A., Gil Pérez, D. (2013). *Investigación e innovación en la enseñanza de las ciencias. Necesidad de una mayor vinculación”* TED 34. pp. 15-27



## **Actividad práctica de diseño para la fabricación asistida con CATIA: Doblado de chapa metálica**

**G. Medina Sánchez<sup>a</sup>, D. Carou Porto, A. García Collado, R. López García y R. Dorado Vicente**

<sup>a</sup>Departamento de Ingeniería Mecánica y Minera, Universidad de Jaén. gmedina@ujaen.es

### ***Abstract***

*How to motivate engineering students in order to guarantee a meaningful learning is a challenge issue. The development of lectures focused on the use of Computer Aided Design and Manufacturing (CAD/CAM) software, the use of topics of interest for students and the stimulation of their creativity, are key aspects for the success of the lab activities. In this sense, the learning of the fundamental concepts of sheet metal forming is proposed through a CAD program aimed at manufacturing for the design of a car body.*

**Keywords:** labs, 3D design software, sheet metal, folding.

---

### ***Resumen***

*Cómo motivar a los estudiantes de ingeniería para garantizar un aprendizaje significativo supone un desafío. El desarrollo de prácticas orientadas al uso de software de diseño y fabricación asistido por computadora (CAD / CAM), el uso de temas de interés para los estudiantes y la estimulación de su creatividad, son aspectos clave para el éxito de las actividades del laboratorio. Se propone el aprendizaje de los conceptos fundamentales del conformado de chapa diseñando una carrocería de automóvil mediante el uso de un programa de CAD orientado a la fabricación.*

**Palabras clave:** prácticas, software diseño 3D, chapa metálica, doblado.

### **Introducción, Justificación y Objetivos**

Hoy en día cualquier actividad de diseño y análisis de ingeniería se realiza con la asistencia de aplicaciones software. Los programas de diseño y fabricación asistida por ordenador, en inglés *Computer Aided Design* (CAD) y *Computer Aided Manufacturing* (CAM), constituyen además una gran oportunidad en el ámbito de la educación superior.

El empleo de software técnico permite acercar casos reales o cuasi-reales al aula, incrementando la motivación y las capacidades de diseño de los estudiantes de ingeniería (Taleyarkhan, 2018). También contribuyen al autoaprendizaje (Baronio, 2016) al servir de banco de ensayo y permitir el acceso a contenidos técnicos en cualquier momento y lugar.

En este trabajo se establecen los pasos a dar para desarrollar una sesión práctica basada en el uso de software CAD/CAM. La experiencia se ha aplicado a la asignatura Tecnología de Fabricación (3º curso del grado en ingeniería mecánica de la UJA). La idea es complementar la teoría de doblado de chapa con una práctica de diseño del proceso mediante software CAD/CAM. La aplicación empleada facilita la asimilación de los contenidos teóricos ya que permite realizar múltiples variaciones en el diseño y ver el resultado final obtenido.

A juicio de los autores y teniendo en cuenta los resultados obtenidos en distintos cursos académicos, la metodología ha tenido un impacto positivo en los estudiantes mejorando su competencia en el uso de estas herramientas tan útiles hoy en día.

### **Trabajos Relacionados**

En la última década se han publicado diversos trabajos sobre la utilización de programas para el aprendizaje de conceptos de fabricación. Los trabajos existentes se pueden clasificar atendiendo a si la aplicación empleada existe en el mercado o ha sido implementada.

Como ejemplo de experiencias con software comercial Li et al. describen cómo utilizar herramientas CAD/CAE/CAM para explicar el proceso de diseño y fabricación de moldes de inyección (Li, 2017). Otro ejemplo es el propuesto por Núñez et al. sobre integración CAD/CAM para el mecanizado (Núñez, 2011).

Dentro de las experiencias con software específico encontramos ejemplos como el desarrollo de laboratorios virtuales con relación a la formación en la industria inteligente (Gorecky, 2015).

Por la facilidad y rapidez a la hora de preparar actividades o prácticas, en este trabajo se utiliza software CAD comercial. Las funciones empleadas están alineadas con los objetivos de aprendizaje y además se consigue entrenar a los alumnos en el uso de programas empleados en el ámbito profesional.

### **Metodología para el desarrollo de la actividad.**

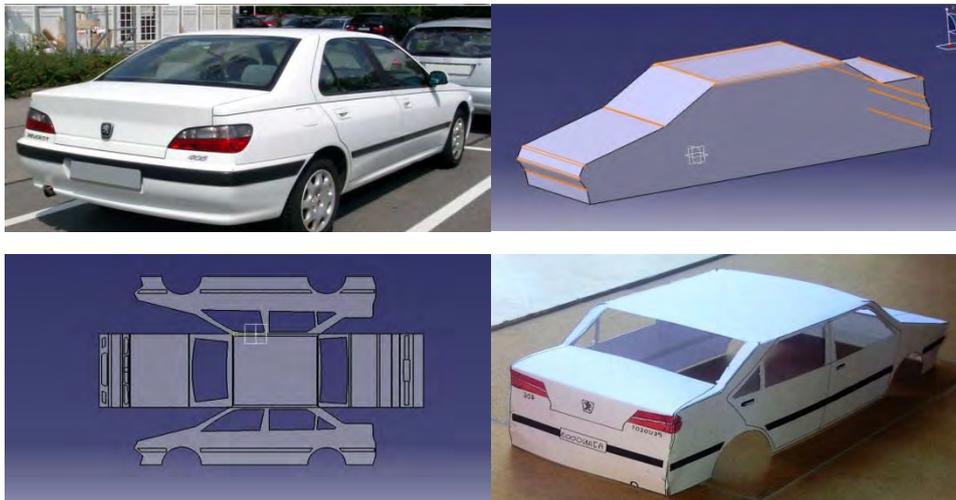
La metodología utilizada para el desarrollo de la práctica se fundamenta en el uso del software de diseño 3D CATIA. Este software posee un módulo específico para el estudio del doblado de chapas (*Generative sheet-metal design*). Este módulo permite trabajar desde chapa o también emplear modelos desarrollados como sólido desde el módulo *Part design*.

La sesión práctica se desarrolla durante dos horas en un aula de informática con un número máximo de 20 alumnos. Al inicio de la sesión, el profesor explica los distintos elementos del

programa y las consideraciones de diseño necesarias en el conformado de chapa por medio de ejemplos guiados. Con estos ejemplos se estudian las diferentes funciones y los comandos más habituales del módulo de diseño de chapa, y se explican los pasos a seguir para el desarrollo del trabajo que cada alumno debe elaborar.

El trabajo a realizar por los alumnos consiste en el diseño simplificado de la carrocería de un vehículo realizada en chapa. El modelo final está abierto a la creatividad de los alumnos, pudiendo desarrollar un vehículo real, inventado o basado en el cine, comic, etc. El diseño en chapa debe permitir obtener unos planos de fabricación que faciliten la construcción de un modelo a escala en papel, cartulina o similar.

**Figura 1 Ejemplo de trabajo realizado por alumno: Modelo real, desarrollo de modelo en sólido, modelo en chapa, y modelo a escala**



La presentación de la memoria de la actividad es abierta, cada alumno debe crear una página wiki accesible en la plataforma de docencia virtual ILIAS con la explicación del trabajo realizado y las fotos del modelo a escala construido en cartulina a partir de los planos generados por el software. Cada alumno podrá ver y comentar el trabajo del resto de los compañeros, tanto para valorarlo como para resolver los problemas que puedan surgir durante la ejecución del mismo.

### **Principales Resultados**

Los resultados de la práctica permiten identificar claramente el cumplimiento de los objetivos fundamentales de la misma en relación con la adquisición de conocimientos básicos relativos al doblado de chapa metálica. Estos conocimientos son imprescindibles para la obtención del modelo definitivo del automóvil, funcionando a modo de *poka-yoke*. Pero adicionalmente, el proceso de aprendizaje produce otros resultados destacables:

- a) Aprendizaje básico de un programa ampliamente empleado por sectores como el aeronáutico y la automoción.
- b) Motivación y fomento de la creatividad.
- c) Concienciación de la importancia del diseño orientado a la fabricación.
- d) Cooperación entre alumnos y análisis crítico.
- e) Orientación hacia una presentación cuidada de los resultados.

### **Conclusiones**

El desarrollo de prácticas orientadas a proyectos específicos por medio de software de diseño en 3D permite a los alumnos adquirir los conocimientos requeridos sobre el doblado de chapa con un planteamiento motivador que les lleva a dominarlos, a la vez que adquieren nuevas destrezas en programas de amplio uso por la industria en diseño.

La realización de una sesión práctica sobre conformado de chapa supondría tener una maquinaria e instalaciones muy costosas. Con el uso del software de simulación, los alumnos pueden adquirir los mismos conocimientos mediante la simulación del proceso, con el consiguiente ahorro. Además el software le permite al alumno trabajar los conceptos con trabajo autónomo fuera del aula, mejorando el proceso de aprendizaje.

El uso la plataforma de docencia ILIAS permite a los alumnos mostrar los resultados de su trabajo e interactuar con el resto de los compañeros. Al profesor le permite hacer un seguimiento del trabajo de los alumnos, tanto de los resultados como del tiempo invertido, ya que dispone de herramientas específicas de valoración y seguimiento.

**Agradecimientos:** Al alumno Antonio Jesús Arroyo Navarrete por ceder las imágenes.

### **Referencias**

- Taleyarkhan M, Dasgupta C, Garcia JM, Magana AJ (2018). *Investigating the Impact of Using a CAD Simulation Tool on Students' Learning of Design Thinking*. J Sci Educ Technol. doi:10.1007/s10956-018-9727-3.
- Baronio G, Motyl B, Paderno D. (2016). *Technical Drawing Learning Tool-Level 2: An interactive self-learning tool for teaching manufacturing dimensioning*. Comput Appl Eng Educ, 24:519–28.
- Li X, Ding S, Wei J, Wang Q. (2017). *Research on Teaching Method of Mold Course Based on CAD/CAE/CAM Technology*. International Journal Of Emerging Technologies In Learning, 12: 136–45.
- Núñez PJ, García-Plaza E, Martín AR, Egido A. (2011). *An Integrated Methodology for the Teaching of Computer Aided Tools for Automated Machining*. Mater Sci Forum,692:8–15.
- Gorecky D, Khamis M, Mura K. (2015) *Introduction and establishment of virtual training in the factory of the future*. Int J Comput Integr Manuf, 1–9.



## La investigación como parte del proceso educativo de la enseñanza superior

Adriana Dapena<sup>1</sup>, Paula M. Castro<sup>1</sup>,  
Francisco J. Vazquez-Araujo<sup>1</sup>, María José Souto-Salorio<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Ingeniería de Computadores, Universidade da Coruña, adriana.dapena@udc.es

<sup>2</sup>Departamento de Computación, Universidade da Coruña

---

### **Abstract**

*This article focuses on the research-teaching link as a fundamental element for improving the educational process of higher education. Two computer tools are presented, initially arising in the field of research and which, after a deep reflection, have been incorporated for the realization of teaching activities. The first experience we showed has been developed in the area of digital communications, while the second one is an application of graph theory. In this article we also show the main ideas of a project in development.*

**Keywords:** active learning; higher education; information technologies; teaching methodologies; research-teaching combination.

---

### **Resumen**

*Este artículo se focaliza en la relación investigación-docencia como elemento fundamental para la mejora del proceso educativo de la enseñanza superior. Se presentan dos herramientas informáticas surgidas inicialmente en el ámbito de la investigación y que, tras una profunda reflexión, han sido incorporadas para la realización de actividades docentes. La primera experiencia que mostramos ha sido desarrollada en el área de las comunicaciones digitales, mientras que la segunda es una aplicación de la teoría de grafos. En este artículo mostramos también las ideas principales de un proyecto que estamos desarrollando en estos momentos.*

**Palabras clave:** aprendizaje activo; combinación investigación-docencia; educación superior; metodologías docentes; tecnologías de la información.

## **Introducción, Justificación y Objetivos**

La docencia y la investigación en las universidades son claves para el desarrollo de la sociedad actual. Los autores de este trabajo formamos parte de lo que se conoce como “personal docente e investigador” de las universidades públicas, lo que implica dos roles: el de “docente”, o transmisor del conocimiento, y el de “investigador”, o constructor del mismo. Nuestra experiencia nos dice que, en la mayoría de los casos, ambos roles se consideran funciones independientes entre sí, sin conexiones ni retroalimentación entre ellos. A este planteamiento respondemos con una actitud crítica, y proponemos la búsqueda de mecanismos para que ambas, docencia e investigación, interactúen entre sí, de forma que esa influencia mutua se refleje en la mejora global del proceso educativo de la enseñanza superior.

El objetivo de este trabajo es divulgar distintas iniciativas para que los resultados de investigación puedan repercutir directamente en la docencia. En este artículo explicaremos brevemente dos proyectos que hemos llevado a cabo con estudiantes de las asignaturas de Matemática Discreta y de Comunicaciones Digitales de las titulaciones de Grado en Ingeniería Informática y de Máster en Tecnologías de la Información y Comunicaciones en Redes Móviles, y otro en proceso de desarrollo en estos momentos.

## **Trabajos Relacionados**

En la actualidad existen numerosas iniciativas para incorporar nuevas metodologías y herramientas en la docencia. En nuestro campo hay revistas de impacto cuyo objetivo es incrementar la difusión de estrategias de mejora de la educación superior a través de la tecnología. Podemos mencionar, por ejemplo, los trabajos (García-Naya, 2010), (Nikolic, 2015), (Takin, 2016), (Dapena, 2016).

Nuestra filosofía se basa en que todo aquello que somos capaces de crear/idear/inventar en nuestro rol “investigador” es susceptible de ser incorporado en nuestra docencia y usado en el rol “docente”.

## **Experimentación / Trabajo Desarrollado**

A continuación detallamos las experiencias docentes que se han llevado a cabo a partir directamente de nuestra experiencia investigadora.

### **Experiencia 1: Comunicaciones digitales**

Varios de los autores del presente artículo tienen una dilatada experiencia en el campo de las comunicaciones digitales, tanto a nivel docente como investigador. La participación en proyectos de investigación nacionales y regionales nos ha permitido adquirir y desarrollar equipos de comunicaciones Wi-Fi complejos. Su principal ventaja es que nos permiten testear algoritmos utilizando señales reales y no simplemente aquellas generadas artificialmente mediante simulación por ordenador, lo que era habitual en las prácticas de nuestras asignaturas.

La falta de conexión de dichas prácticas con la vida real del estudiante desmotivaba su aprendizaje, por lo que decidimos desarrollar un entorno de trabajo software-hardware para que nuestros estudiantes pudieran comprobar la ejecución de sus algoritmos con datos reales, mejorando además su pensamiento crítico, tal y como se recoge en el trabajo (García-Naya, 2010).

### **Experiencia 2: Teoría de grafos**

Fruto de la colaboración en investigación con profesoras de Gdansk University of Technology (Polonia) investigamos sobre nuevos algoritmos para el cálculo del conjunto dominante conexo mínimo de un grafo, relacionado con los protocolos de enrutamiento en redes de sensores. Tras llegar a la conclusión de que no se disponía de herramientas abiertas que facilitasen la creación de estas redes con distintas configuraciones adaptadas al test de nuestros algoritmos, desarrollamos nuestra propia aplicación en GNU Octave (Dapena, 2016), donde el usuario puede “definir” y “manipular” estas redes según sus preferencias, con un solo clic del ratón.

Por otro lado, los contenidos teóricos de la asignatura Matemática Discreta del primer curso del Grado en Ingeniería Informática de la Universidade da Coruña se ilustraban con ejemplos genéricos sin prácticas por ordenador. Nos pareció, por lo tanto, que esta herramienta también podía ser utilizada en esa docencia y planteamos los siguientes casos (Dapena, 2016): 1), creación de varias redes de distintos tamaños y formas, calculando la matriz de adyacencia y el dominante mínimo y 2), para esas redes, comparación de protocolos de encaminamiento “flooding” (basados en el algoritmo de Dijkstra) con el del dominante mínimo.

### **Experiencia 3: Superficies cuádricas**

Combinando de nuevo docencia e investigación, hemos iniciado recientemente un proyecto en el que, partiendo de resultados de investigación sobre la intersección de superficies cuádricas, desarrollamos un entorno de simulación para su uso en estudios de Arquitectura e Ingeniería. Los estudiantes podrían modelar así los objetos mediante superficies cuádricas envolventes y comprobar si existe contacto o intersección entre ellos, utilizando tanto nuestra herramienta como código propio. La robótica, la geomecánica, los videojuegos, etc., son ejemplos de posibles aplicaciones de estas técnicas. Inicialmente, hemos usado estas ideas en el control del vuelo de un dron dentro de una superficie hiperbólica (por ejemplo, una torre de refrigeración de una central) y en la creación de un sencillo videojuego.

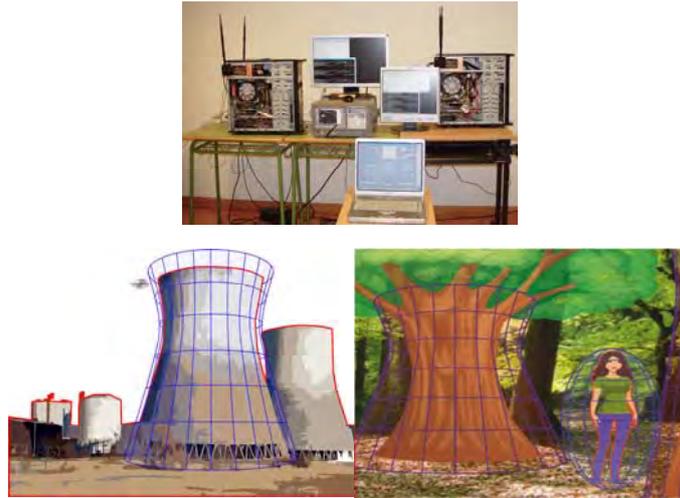
La figura 1 muestra la plataforma hardware y el modelado de objetos mediante cuádricas.

### **Principales Resultados y Conclusiones**

Nuestra experiencia en la combinación de los roles docente e investigador ha sido muy satisfactoria, por distintos motivos que enumeramos a continuación:

1. Se han creado herramientas útiles tanto para la docencia como para la investigación.

2. La incorporación de la plataforma de comunicaciones ha permitido que nuestros estudiantes puedan utilizar un entorno real de comunicaciones de cierta complejidad.
3. La incorporación de la herramienta de teoría de grafos ha permitido que los estudiantes del Grado en Ingeniería Informática adquieran los conocimientos teóricos mediante ejemplos más cercanos a su titulación.



**Figura 1** Plataforma hardware (arriba) y modelos para estudio de contacto entre cuádricas (abajo)

El presente trabajo ha sido financiado parcialmente por los grupos XDA (G000291) y GTEC (G000236) de la Universidade da Coruña, Xunta de Galicia (ED431C 2016-045, ED341D R2016/012, ED431G/01), por la Agencia Estatal de Investigación de España (TEC2015-69648-REDC, TEC2016-75067-C4-1-R) y fondos ERDF de EU (AEI/FEDER, UE). Los autores forman parte del grupo de innovación docente en metodologías activas y tecnologías emergentes para la Enseñanza Superior (mateES) de la Universidade da Coruña.

## Referencias

- J. A. García-Naya, P. M. Castro, M. González-López, A. Dapena, "Testbed-Assisted Learning for Digital Communications Courses", *Computer Applications in Engineering Education*, Nov. 2010, John Wiley & Sons
- S. Nikolic, P. J. Vial, M. Ros, D. Stirling, C. Ritz., "Improving the Laboratory Learning Experience: A Process to Train and Manage Teaching Assistants", *IEEE Transactions on Education*, 130 – 139, 2015.
- N. A. Takin, F. Vatansever, "A web-based virtual power electronics laboratory", *Computer Application in Engineering Education*, John Wiley & Sons, vol. 24, 71-78, 2016.
- A. Dapena, F. J. Vazquez-Araujo, P. M. Castro, M. J. Souto-Salorio, "A Framework to Learn Graph Theory using Simple Wireless Network Models", *Computer Applications in Engineering Education*, John Wiley & Sons, vol. 24 (6), pp. 843-852, June 2016.



## **Aprendizaje Orientado a Proyectos en el diseño de sistemas mecánicos**

Cortizo Rodríguez J. L., Sierra Velasco J. M., Fernández Rodríguez M<sup>a</sup> R., Villazón Suárez M., García Martínez Alberto.

Departamento de Construcción e Ingeniería de Fabricación, Universidad de Oviedo, email contacto: jcortizor@uniovi.es, Tfno.: 985182467

---

### ***Abstract***

*With the changes introduced by the EHEA, it is necessary to update and combine different modalities of the teaching-learning process and teaching methods, that allow reaching the different competences specified in the curricula. This paper describes the experience carried out in the subject "Design of Mechanical Systems" of the fourth year of Degree in Mechanical Engineering. In which it has been combined, as a teaching-learning modality, the development of workshops, study and group work, using as a teaching method project-oriented learning. For this purpose, the design of a mechanical system was carried out by the different groups of students from the initial phase (objective that had to be fulfilled) to the final one (manufacturing plans).*

**Keywords:** *Project-oriented learning, Group work, Mechanical systems design.*

---

### ***Resumen***

*Con los cambios introducidos por el EHEA es necesario actualizar y combinar distintas modalidades del proceso enseñanza-aprendizaje y métodos docentes que permitan alcanzar las distintas competencias, especificadas en los planes de estudio. Este trabajo describe la experiencia llevada a cabo en la asignatura «Diseño de Sistemas Mecánicos» de cuarto curso del Grado en Ingeniería Mecánica. En la que se ha combinado, como modalidad de enseñanza-aprendizaje el desarrollo de talleres con el estudio y trabajo en grupo, utilizando como método docente el aprendizaje orientado a proyectos. Para ello se realizó por los distintos grupos de alumnos el diseño de un sistema mecánico desde la fase inicial, definición del objetivo que debía cumplir, hasta la final, elaboración de los planos de fabricación.*

**Palabras clave:** *Aprendizaje orientado a Proyectos, Trabajo en Grupo, Diseño de sistemas mecánicos*

### **Introducción, Justificación y Objetivos**

El aprendizaje orientado a proyectos permite adquirir muchas competencias transversales especificadas en los planes de estudio de ingeniería, por ello, en la asignatura de Diseño de Sistemas Mecánicos de 4º curso, se decidió utilizar como modalidad de enseñanza-aprendizaje el desarrollo de talleres (Brown, 1988; Martínez Sánchez, 1995 y Riera, 2003) junto al estudio y al trabajo en grupo (ITESM, 1999; Moursund, 1999 ; Thomas, 2000 y Tippelt, 2001). Siendo los principales objetivos a conseguir:

- El desarrollo de habilidades de comunicación y de trabajo compartido, valores añadidos a la tarea académica, ya que involucran a los estudiantes en el perfeccionamiento y conocimiento de las relaciones humanas, el diálogo y las relaciones interpersonales.
- El fomento de la motivación por los aprendizajes y en el esfuerzo personal por el logro y la calidad de las realizaciones de los estudiantes.
- Los estudiantes aprenden a tomar sus propias decisiones y a actuar de forma independiente.
- Mejorar la motivación para aprender porque se apoya en la experiencia y favorece el establecimiento de objetivos relacionados con la tarea.
- Permitir aplicar los conocimientos, habilidades y actitudes adquiridas a situaciones concretas, con la consiguiente mejora de las competencias correspondientes.
- Fortalecer la confianza de los estudiantes en sí mismos.

### **Trabajos Relacionados**

El Área de Ingeniería Mecánica de la Universidad de Oviedo lleva trabajando en los últimos años en temas de Innovación Docente y aplicación de las Nuevas Tecnologías a la Docencia, valgan como ejemplos los siguientes proyectos, ponencias y artículos:

- *Prototipo metodológico para la adaptación de la docencia en ingeniería al EEES – Año 2006.*
- *Integración de las NNTT a una base de datos de mecanismos.* XII Congreso Universitario de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas
- *Aportación de las NNTT en la docencia de Ingeniería Mecánica. Aplicación a Frenos y Embragues.* Cuadernos de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas (2007)
- *La opinión de los estudiantes sobre su rendimiento académico en la evaluación continua.* XVII Congreso Universitario de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas.

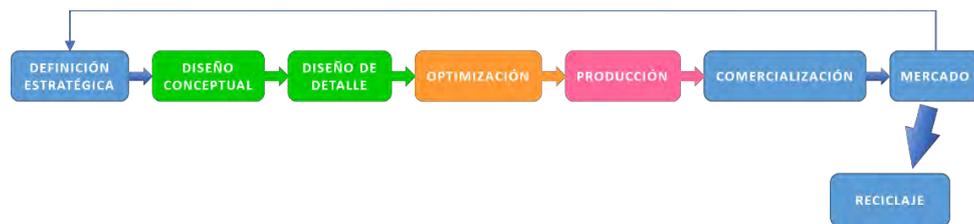
*26 Congreso Universitario de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas (2018)*

- *Mejora de las capacidades de aprendizaje de los alumnos, con nuevas metodologías docentes en ingeniería* . XIX Congreso Universitario de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas
- *Blended Learning applied to the study of Mechanical Couplings in engineering*. Computers & Education (2010).

### Experimentación / Trabajo Desarrollado

Para poder cumplir los objetivos comentados anteriormente se formaron grupos de 2-3 alumnos, cada uno de los cuales tendría que pensar en un “problema real”, y desarrollar un sistema mecánico que lo resolviera. Para ello, en la primera parte del curso, se desarrollaron talleres sobre la *Metodología de Diseño* del sistema mecánico que tendrían que seguir (Ver Figura 1), para posteriormente ir cada grupo trabajando en las distintas etapas de la metodología, pero centradas en su propio diseño.

Figura 1 Metodología de Diseño



### Principales Resultados

De un total de 55 alumnos matriculados, más del 95% han participado en la experiencia, se han formado 22 grupos de 2 ó 3 alumnos cada uno, y se han planteado 22 proyectos diferentes. Todos habían de plantear un problema que requiriera de un mecanismo o máquina que lo resolviera, adecuado al tiempo disponible, y se valoraba que se plantease una solución novedosa. Como ejemplo, se han planteado desde una máquina perforadora de papel para impresoras domésticas, un máquina limpia persianas a un diseño de una rampa para personas con movilidad reducida, entre otros. Cada grupo abordaba su problema especificando las exigencias y condicionantes que su diseño debería cumplir, para posteriormente, mediante el uso de métodos convencionales, intuitivos o discursivos, encontrar soluciones al problema planteado. Seguidamente, han utilizado métodos de valoración de soluciones para optar por una de las propuestas, y finalmente la han desarrollado hasta obtener un modelo 3D, los cálculos justificativos y los planos de detalle de un prototipo.

## **Conclusiones**

Como conclusión principal se puede señalar que el alumnado participa mucho más activamente cuando se les plantea la metodología de enseñanza/aprendizaje en la asignatura, y debido a esto, cuanto más tiempo se dedique al trabajo cooperativo o al ABP, más se desarrollan las competencias transversales especificadas en los planes de estudio de las ingenierías, mejor es la valoración del proceso y mayor la motivación del alumno.

## **Referencias**

- Brown, G. y Atkins, M. (1988): *effective teaching in higher education*. London: Routledge.
- Martínez Sánchez, A. y Musitu, G. (eds.) (1995): *El estudio de casos para profesionales de la acción social*. Madrid: Narcea.
- ITESM (Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey) (1999): *El método de proyectos como técnica didáctica*. Consulta de 1999 de <http://www.sistema.itesm.mx/va/dide/documentos/inf-doc/proyectos.pdf>
- Moursund, D. (1999): *Project-based Learning in an Information Technology Environment*. Eugene, Oregon: ISTE
- Riera, J., Giné, C. y Castelló, M. (2003): *el seminario en la universidad. Un espacio para la reflexión sobre el aprendizaje y para la formación*. en monereo, c. y pozo, j.l. (2003): *la universidad ante la nueva cultura educativa. enseñar y aprender para la autonomía*. madrid: síntesis. 245-260
- Thomas, J.W. (2000): *A Review of Research on Project-Based Learning*. San Rafael (California): The Autodesk Foundation.
- Tippelt, R. y Lindemann, H. (2001): *El Método de Proyectos*. Consulta de 2001 de <http://www.ha-linco.de/html/doces/Met-proy-APREMAT092001.pdf>.
- <http://www.eduforics.com/es/aprendizaje-basado-proyectos> Consulta de 2018
- <http://cedec.educalab.es/7-elementos-esenciales-del-abp/> Consulta de 2018



## Evaluación del déficit de atención en niños mediante el análisis de tiempos de respuesta

**Moisés Hernáiz Guijarro<sup>a,\*</sup>, Esperanza Navarro-Pardo<sup>b</sup>, Diego Alarcón<sup>c</sup>, Juan Carlos Castro Palacio<sup>d</sup> y Pedro Fernández de Córdoba<sup>a</sup>**

<sup>a</sup>Instituto Universitario de Matemática Pura y Aplicada, Universitat Politècnica de València, <sup>b</sup>Dep. de Psicología Evolutiva y de la Educación, Universitat de València, <sup>c</sup>Departamento de Matemática Aplicada, Universitat Politècnica de València, <sup>d</sup>Dep. Earth Sciences & Eng, Imperial College London.

\*[moihergu@doctor.upv.es](mailto:moihergu@doctor.upv.es)

---

### **Abstract**

*An experimental study has been carried out to pre-diagnose attention deficit hyperactivity disorder (ADHD) among school-aged children between 8 and 12 years in Valencia, Spain. The study has been based on the response time (RT) to visual stimuli in computerized tasks. The process of answering to consecutive questions usually follows an ex-Gaussian distribution of the RTs. Specifically we seek to establish a simple, automatic classification scheme of children based on the most recent evidences of the relationship between RTs and ADHD. We explain step by step how to go from the computer-based experiments and through the data analysis. Our aim is to provide a methodology to determine quickly those children who behave differently from the mean child as for the response times and so are potential candidates to be diagnosed of ADHD or any another cognitive disorder related with attention deficit.*

**Keywords:** attention deficit hyperactivity disorder (ADHD), time reaction, ex-Gaussian analysis.

---

### **Resumen**

*En el presente trabajo se expone un ejemplo de experimento para la aplicación en educación. El estudio realizado tiene por objetivo establecer una metodología para el prediagnóstico de déficit de atención e hiperactividad (TDAH) en niños en edad escolar. El experimento se ha aplicado a niños de entre 8 y 12 años, de Valencia, España. El estudio se ha basado en el tiempo de respuesta (RT) a estímulos visuales en tareas computerizadas. Los TR a preguntas consecutivas generalmente sigue una distribución ex-Gaussiana.*

*Específicamente, buscamos establecer un esquema de clasificación simple y automático de los niños basado en las evidencias más recientes de la relación entre RT y déficit de atención. Nuestro objetivo es proporcionar una metodología para determinar rápidamente los niños que se comportan de manera diferente al niño medio en cuanto a los TR y, por lo tanto, son candidatos potenciales para ser diagnosticados de TDAH o cualquier otro trastorno cognitivo relacionado con déficit de atención.*

**Palabras clave:** : TDAH, tiempo de respuesta, proceso cognitivo.

## **Introducción, Justificación y Objetivos**

El trastorno por déficit de atención e hiperactividad (TDAH) es un trastorno neurológico de inicio en la infancia y puede estar presente hasta la edad adulta. Se caracteriza por la presencia de déficit de atención, hiperactividad motora y comportamiento impulsivo, entre otros síntomas. Las consecuencias educativas y psicosociales que acompañan al TDAH y su impacto a largo plazo pueden mitigarse mediante una evaluación y tratamiento tempranos. El proceso de diagnóstico de TDAH resulta complicado en comparación con otros trastornos psicológicos. En este sentido, una metodología capaz de determinar rápidamente aquellos niños con más probabilidades de presentar TDAH puede contribuir a ahorrar recursos y facilitar el diagnóstico a los profesionales de Salud Mental.

El objetivo de este trabajo es proporcionar una metodología de clasificación para la evaluación del déficit de atención (DA). El criterio fundamental utilizado fue el porcentaje mundial medio de prevalencia de TDAH en escolares, es decir, el 7%. La metodología desarrollada permite detectar el 7% de los niños, cuyo comportamiento en cuanto al tiempo de respuesta (TR) ante estímulos visuales, se aleja más del comportamiento del niño medio.

## **Materiales y métodos**

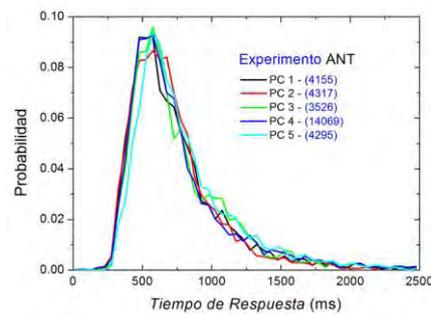
La muestra está compuesta por 190 niños entre 8 y 12 años de edad de una escuela de Educación Primaria en la ciudad de Valencia (España). Los experimentos, realizados con ordenadores portátiles, se llevaron a cabo a través del programa DMDX (Forster & Forster, 2003), ampliamente utilizado en Psicología Experimental (Moret et al., 2017).

Se presentaron estímulos a los participantes y se registraron los TR. Los experimentos consistieron en una tarea de red de atención (TRA) de tipo «sí/no», que tiene como objetivo evaluar tres tipos de atención en niños y adultos: *alerta, orientación y control ejecutivo*. A partir de los TR registrados, se construyeron funciones de probabilidad para cada

experimento. En una primera parte se utiliza estadística descriptiva y, en una segunda, un análisis a partir de ajustes a la función ex-Gaussiana.

Con el objetivo de comprobar que el programa DMDX corrige adecuadamente los diferentes tiempos de respuesta de los microprocesadores de los portátiles utilizados en los experimentos, se ha construido la figura. Se puede apreciar que las curvas coinciden en gran medida, cuya moda se puede apreciar alrededor de 575 ms.

**Figura 1. Comparación entre ordenadores.**



$$f(x) = \frac{1}{2\tau} e^{\frac{1}{2\tau}(2\mu + \frac{\sigma^2}{\tau} - 2x)} \operatorname{erfc}\left(\frac{\mu + \frac{\sigma^2}{\tau} - x}{\sqrt{2}\sigma}\right).$$

En la anterior expresión  $\sigma$ ,  $\tau$  y  $\mu$  son los parámetros de la función ex-Gaussiana (Moret-Tatay et al., 2018).

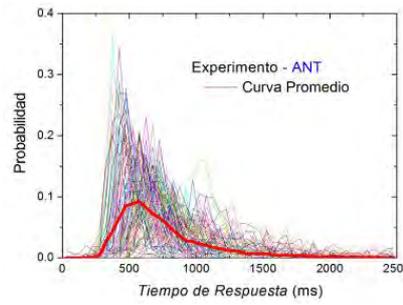
Investigaciones previas demuestran que la función ex-Gaussiana proporciona un buen ajuste a múltiples distribuciones empíricas de tiempos de reacción (Navarro-Pardo, Navarro-Prados, Gamermann, & Moret-Tatay, 2013).

## Resultados

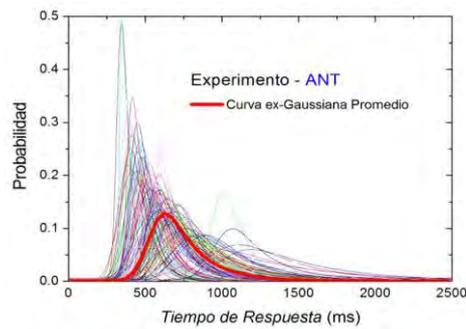
Para nuestro análisis hemos considerado cuatro parámetros, es decir, la moda de las funciones de distribución de los TR y los tres parámetros de la distribución ex-Gaussiana,  $\sigma$ ,  $\tau$  y  $\mu$ . Para la selección de los niños candidatos a ser diagnosticados con Déficit de Atención se ha extraído el 7% de los sujetos con los TR más alejados de la moda de acuerdo al porcentaje medio mundial de prevalencia de TDAH (APA, 2013).

Otra metodología de clasificación aplicada en nuestro trabajo consistió en tomar la norma de un vector cuyas componentes fueron definidas como las desviaciones de los parámetros de la ex-Gaussiana:  $\sigma$ ,  $\tau$  y  $\mu$  con respecto a las modas de las distribuciones respectivas de estos parámetros. Se obtuvo de esta manera una variable aleatoria escalar representando a cada niño, que permitió detectar los que presentaban un comportamiento diferente al resto.

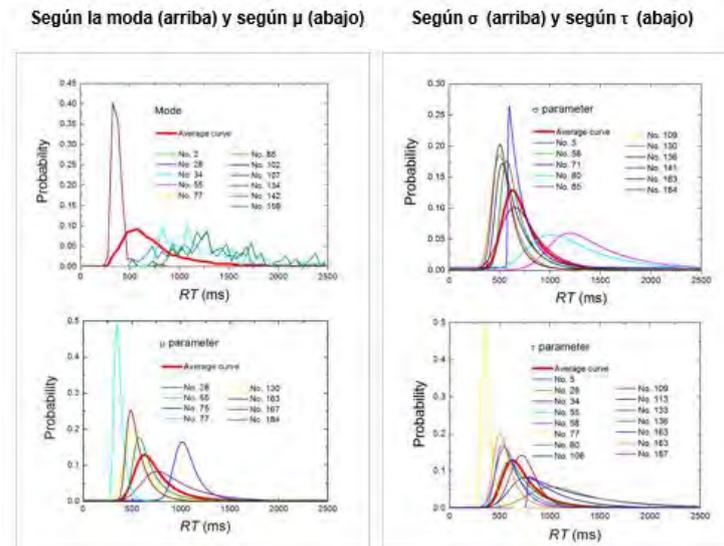
**Figura 2. Estadística descriptiva de los experimentos**



**Figura 3. Resultados del ajuste con la función ex-Gaussiana**



**Figura 4. Distribuciones de probabilidad de los candidatos resultantes (se incluyen las curvas promedio)**



## Conclusiones

Se ha establecido una metodología, basada en el análisis de los TR, para un rápido pre-diagnóstico de niños con probabilidad de presentar DA. Para ello, se ha utilizado la moda de las distribuciones de probabilidad de los TR y los tres parámetros derivados del ajuste a la función ex-Gaussiana. La capacidad predictiva de nuestra metodología se definirá finalmente mediante una comparación con las características del TR de los niños diagnosticados con TDAH pertenecientes a una población en particular. Se proporcionan varias posibilidades de clasificación, todas basadas en el porcentaje de prevalencia mundial de TDAH y las distribuciones de probabilidad de la moda y los parámetros ex-gaussianos. Al combinar estos parámetros, cada niño es identificado por un valor escalar, que a su vez es utilizado como base para detectar los que presentan un comportamiento diferente al de la media. Esta metodología se podría extender al diagnóstico de otros trastornos cognitivos que también afectan a los TR ante estímulos visuales, como en el envejecimiento.

## Referencias

- American Psychiatric Association (2013). Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders (5th.). Washington, DC: APA.
- Forster, K.I. & Forster, J.C. DMDX: A windows display program with millisecond accuracy (2003). Behavior Research Methods, Instruments, and Computers, , 35, 116-124. <https://doi.org/10.3758/BF03195503>
- Navarro-Pardo, E.; Navarro-Prados, A. B.; Gamermann, D.; & Moret-Tatay, C. (2013). Differences Between Young and Old University Students on a Lexical Decision Task:

- Evidence Through an Ex-Gaussian Approach. *The Journal of General Psychology*, 140(4), 251-268. <http://doi.org/10.1080/00221309.2013.817964>
- Moret, C.; Lemus, L.; Abad, D.; Gamermann, D.; Vázquez Martínez, A.; Navarro-Pardo E.; y Conejero, J. A. (2017). Age slowing down in detection and visual discrimination under varying presentation times. *Scandinavian Journal of Psychology*, 58 (4), 304-311 (DOI: 10.1111/sjop.12372)
- Moret-Tatay, C.; Gamermann, D.; Navarro-Pardo, E.; Fernandez-de-Córdoba , P. (2018). ExGUtils: A python package for statistical analysis with the ex-gaussian probability density. *Frontiers in Psychology*, submitted, arXiv:1707.05759
- Tarantino, V.; Cutini, S.; Mogentale, C.; & Bisiacchi, P. S. (2013). Time-on-Task in Children with ADHD: An ex-Gaussian Analysis. *Journal of the International Neuropsychological Society*, 19(7), 820-828. <http://doi.org/10.1017/S1355617713000623>



## Desarrollo de proyectos didácticos para adquirir competencias transversales

Miguel Brozos-Vázquez<sup>1</sup>, Adriana Dapena<sup>2</sup>, María José Pereira<sup>3</sup>,  
Ana Rodríguez Raposo<sup>4</sup>, María José Souto Salorio<sup>5</sup>, Ana Dorotea Tarrío Tobar<sup>6</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Matemáticas, Universidade da Coruña, [miguel.brozos.vazquez@udc.es](mailto:miguel.brozos.vazquez@udc.es)

<sup>2</sup>Departamento de Ingeniería de Computadores, Universidade da Coruña, [adriana.dapena@udc.es](mailto:adriana.dapena@udc.es)

<sup>3</sup>Departamento de Economía, Universidade da Coruña, [maria.jose.pereira@udc.es](mailto:maria.jose.pereira@udc.es)

<sup>4</sup>IES Fraga do Eume, [abraposo@edu.xunta.es](mailto:abraposo@edu.xunta.es)

<sup>5</sup>Departamento de Computación, Universidade da Coruña, [maria.souto.salorio@udc.es](mailto:maria.souto.salorio@udc.es)

<sup>6</sup>Departamento de Matemáticas, Universidade da Coruña, [ana.dorotea.tarrio.tobar@udc.es](mailto:ana.dorotea.tarrio.tobar@udc.es)

---

### **Abstract**

*The European Higher Education Area (EHEA) has conducted to the search and implementation of new teaching methodologies to guarantee the acquisition of competences associated to each degree, but also competences termed transversal and transferable. This work presents our experience about utilization of projects in several B.S and M.S degree in Engineering. The work is focused on performing projects to the development collaboration, oral expression, and other transversal competences.*

**Keywords:** *methodologies; projects; competences; EHEA*

---

### **Resumen**

*El Espacio Europeo de Enseñanza Superior (EEES) ha conducido a la búsqueda e implantación de nuevas metodologías docentes que permitan garantizar la adquisición de competencias propias de cada titulación, así como competencias transversales y transferibles. En este trabajo presentaremos nuestra experiencia sobre la utilización de proyectos en varias titulaciones de Grado y de Master de titulaciones de Ingeniería. La experiencia gira en torno a la realización de pequeños proyectos que fomentan la colaboración, la expresión oral y otras competencias transversales.*

**Palabras clave:** *metodologías; proyectos; competencias; EEES*

## **Introducción, Justificación y Objetivos**

El Espacio Europeo de Educación Superior (EEES) aboga por un diseño de currículos centrado en el desarrollo de competencias de distintos tipos: específicas del título, transversales y transferibles (Rué, 2007). La implantación de las titulaciones EEES impulsó un amplio debate sobre si el sistema que se estaba utilizando, basado principalmente en sesiones expositivas, era el mejor para la consecución de las competencias. En este sentido, son numerosas las propuestas sobre cómo cambiar las metodologías docentes y las técnicas de evaluación, pero su correcta utilización depende de muchos factores y debe realizarse con un coste razonable.

El aprendizaje basado en proyectos se define como un conjunto de tareas de aprendizaje que, mediante la resolución de problemas y/o preguntas, implican al estudiante en el diseño y planificación del aprendizaje, en la toma de decisiones y en procesos de investigación, dándole la oportunidad de trabajar de manera relativamente autónoma durante la mayor parte del tiempo y que culmina en la presentación de un producto final (Sánchez, 2013). El aprendizaje se convierte en un proceso constructivo y no receptivo. Se trata de promover habilidades que permitan al estudiante juzgar la dificultad de los problemas, saber cuándo utilizar estrategias alternativas para comprender todo el material que el profesorado pone a su disposición y saber difundir sus experiencias.

En este trabajo se presentan las experiencias de un grupo de profesores que imparten docencia en distintas titulaciones de la Universidad da Coruña y que en los últimos años han fomentado la participación del estudiantado en proyectos didácticos que intentan fomentar la adquisición de competencias transversales como la expresión oral, el trabajo en grupo, etc.

## **Trabajos Relacionados**

La realización de proyectos como parte del proceso educativo no es algo novedoso. Antes al EEES era habitual que en ciertas asignaturas se propusiese la realización de trabajos que el estudiante debía presentar a sus compañeros. En este enfoque los trabajos estaban orientados a adquirir conocimientos asociados directamente con la asignatura. Sin embargo, el punto clave del aprendizaje basado en proyectos (ABP) es, tal y como aclara (Sánchez, 2013), el utilizar los proyectos para que los estudiantes aprendan cosas que no están en el currículo (proyectos de enriquecimiento). Se trata de realizar un conjunto de tareas de aprendizaje, en torno a la resolución de una pregunta o de un problema que implique abordar tareas de investigación, lectura, escritura, debate y las presentaciones orales. El rol del profesor es el de mediador o guía, y su labor se centra en encaminar al estudiante para que encuentre la mejor solución al problema. Existen iniciativas muy ambiciosas y de gran alcance como el Proyecto Roma (Morón, 2015) que utiliza ABP como modo de construir todo el currículo escolar desde

los primeros niveles educativos hasta la Universidad. A nivel de aplicación de ABP en asignaturas concretas, podemos destacar algunos trabajos recientes como (Saiz y otros, 2011) y (Gámez González y otros, 2010). A diferencia de estos artículos, nuestro planteamiento se basa en utilizar los proyectos como una herramienta para que el estudiante adquiriera únicamente competencias transversales y transferibles, sin que esto influya necesariamente en la evaluación. Por supuesto, el profundizar en la temática de los proyectos les permite tener una visión mucho más profunda que sus compañeros de temas propios de la asignatura, ayudando de forma indirecta a la adquisición de competencias específicas.

### **Experimentación / Trabajo Desarrollado**

Desde el curso 2014-2015 hasta el actual, hemos introducido el desarrollo de proyectos en distintas asignaturas de la rama de Ingeniería. Nuestro proyecto ha consistido en el siguiente modelo de actuación:

- El profesorado propone al alumnado el reto de desarrollar un problema relacionado con la asignatura.
- Durante las primeras semanas, el alumnado reúne información para analizar y abordar el proyecto, y propone planteamientos para resolver el problema.
- La fase de desarrollo es supervisada por el profesorado de la asignatura, dejando que gradualmente los estudiantes tomen responsabilidad del trabajo. Se fomenta la reflexión personal poniendo así a prueba su madurez intelectual. Se elabora diverso material (objetos, máquinas, figuras, etc.).
- El resultado del proyecto es presentado en talleres o en charlas divulgativas ante un público que no está formado por sus compañeros de aula: estudiantes de ESO, Bachillerato, estudiantes de otros cursos o público en general. Antes de estas presentaciones se trabaja el tema de la presentación oral (tono de voz, mensaje postural, etc.). Las evidencias físicas de su trabajo fueron las presentaciones que realizaron.

Con esta metodología, se pretende que el estudiante adquiera distintas competencias que serán importantes para su desarrollo personal y laboral. Las principales competencias que se trabajan son las relacionadas con la adquisición autónoma de conocimiento, la valoración crítica del mismo, el uso de la información, la defensa de argumentos y la resolución de problemas.

Algunos de los proyectos desarrollados por nuestro alumnado fueron:

- *Estudio de las superficies cuádricas*, propuesto en titulaciones de Grado en Arquitectura Técnica y Máster en Ingeniería Naval y Oceánica. El alumnado participó en talleres divulgativos dirigidos a estudiantes de ESO y Bachillerato en los que impartió charlas donde explicaron propiedades y usos de estas superficies.
- *Curvas en la vida cotidiana*, propuesto en titulaciones de Grado en Ingeniería Naval y Máster en Ingeniería Naval y Oceánica. En colaboración con el profesorado, idearon material para realizar actividades en talleres divulgativos dirigidos a estudiantes de ESO

y Bachillerato. Algunas de las actividades realizadas: dibujar y observar propiedades de varias curvas (cicloide, tractriz, etc).

- *Serie de Fourier*, propuesto en el Máster en Tecnologías de la Información y de las Comunicaciones. El proyecto consistió en idear un instrumento musical de bajo coste que integraba sensores y placa Arduino. El desarrollo y el resultado fueron presentados en una charla a estudiantes del Grado en Ingeniería Informática.

### **Principales Resultados y Conclusiones**

Cabe mencionar que todos los estudiantes que participaron mostraron mucho entusiasmo y se involucraron activamente haciéndose responsables de esta nueva forma de adquirir conocimientos. Sin embargo, aunque el grado de participación ha aumentado con el transcurso de los años, solamente un 20% de los estudiantes matriculados en las asignaturas quiso participar en esta experiencia. El alumnado, junto con los docentes, ha podido mostrar algunos de los proyectos en las Jornadas UDCiencia organizadas por la UDC y la Fundación Barrié de La Maza en A Coruña, así como en los talleres organizados en la Escuela Politécnica Superior de la UDC con motivo de la First Lego League. En estos eventos se evidenció el alto grado de adquisición de las competencias planteadas. Por todo esto, nuestra valoración es muy positiva.

El presente trabajo ha sido financiado parcialmente por los grupos XDA (G000291) y GTEC (G000236) de la Universidade da Coruña, y por la Xunta de Galicia (ED431C 2016-ED341D R2016/012, ED431G/01). Los autores forman parte del Grupo en metodologías activas y tecnologías emergentes para la Enseñanza Superior (mateES) de la Universidade da Coruña.

### **Referencias**

- Joan Rué, J. (2007) Enseñar en la Universidad. El EEES como reto para la Educación Superior. Madrid: Narcea.*
- Sánchez, J. M. (2013). Qué dicen los estudios sobre el aprendizaje basado en proyectos. Actualidad pedagógica. Disponible en [http://actualidadpedagogica.com/estudios\\_abp/](http://actualidadpedagogica.com/estudios_abp/)*
- Morón, C. (2015). «I.1. El Proyecto Roma. Sus fundamentos». La mejora de la práctica docente a través de la metodología de proyectos de investigación: El caso del profesorado de Andalucía del Proyecto Roma. Universidad de Málaga. Consultado el 23 de febrero de 2018.*
- Saiz, S.; Fernández Gámiz, U.; Arrieta, E. (2011); Aprendizaje Basado en Proyectos aplicado a Ingeniería Fluidomecánica, IX Jornadas Redes de Investigación en Docencia Universitaria, 2011*
- Gámez González, J.; Carballo, M.; Sánchez Jiménez, F. J.; Castilla Roldán, J. (2010); Activa de Enseñanza Basada en el Aprendizaje por Proyectos (EBAP) en la Asignatura Superficies Complejas. Desarrollo y Aplicación de nuevo sistema de evaluación: Coevaluación Intergrupo, XVIII Congreso Universitario de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas: CUIEET2010. Santander: Disponible en <https://idus.us.es/xmlui/handle/11441/32535>*



## Competencias genéricas percibidas por los alumnos con formación en producción vegetal

Fátima Martínez<sup>a</sup>, Pedro Palencia<sup>b</sup> y José Alberto Oliveira<sup>b</sup>

<sup>a</sup>Dpto. CC. Agroforestales. Escuela Técnica Superior de Ingeniería. Universidad de Huelva. 21819 - La Rábida (Huelva) y <sup>b</sup>Grupo de investigación Producción Agrícola Sostenible (PROAGRIS). Universidad de Oviedo. C/ Gonzalo Gutiérrez Quirós, 33600 Mieres (Asturias).

---

### **Abstract**

*This research aims to analyze and interpret the perception that students have of generic competences in consultation made by the plant production area of the University of Oviedo. For this, a questionnaire was prepared with questions about the transversal competences that the student perceives that he has achieved, through the items formulated from 1 to 19. The data were analyzed by the Mann-Whitney U test comparing the distribution between the two groups of students grouped according to the upper level in which they are enrolled. The sample showed that there are no significant differences between any of the groups for the questions asked. To obtain more concluding data it would be very interesting to carry out the same study in different undergraduate studies and in a different university and, if possible, where this area teaches with different methodological orientation.*

**Keywords:** Mann-Whitney U test, questionnaire, Tuning project.

---

### **Resumen**

*Esta investigación pretende analizar e interpretar, la percepción que los alumnos tienen de las competencias genéricas en consulta realizada por el área de producción vegetal de la Universidad de Oviedo. Para ello, se elaboró un cuestionario con preguntas sobre las competencias transversales que el alumno percibe que ha alcanzado, a través de los ítems formulados desde el 1 al 19. Los datos se analizaron mediante la prueba de U de Mann-Whitney comparando la distribución entre los dos grupos de alumnos agrupados en función del curso superior en el que se encuentran matriculados. La muestra mostró que no existen diferencias significativas entre ninguno de los grupos para las preguntas realizadas. Para obtener datos más concluyentes sería muy*

*Título de la ponencia*

*interesante realizar el mismo estudio en distintos estudios de grado y en una Universidad diferente y, si fuera posible, donde esta área imparte docencia con distinta orientación metodológica.*

**Palabras clave:** *test de U de Mann-Whitney, cuestionario, proyecto Tuning.*

## **Introducción, Justificación y Objetivos**

El término competencia presenta distintas acepciones, aunque de forma muy resumida destaca que es educable, además de estar vinculada a un contexto, a una situación, facilitando la resolución eficaz de futuras situaciones laborales, también se integra el saber en el contexto, el saber ser y el saber hacer; tiene relación con la acción, se desarrolla y se actualiza en la acción (Imbernón, et al., 2011). La actual formación universitaria implica, entre otros aspectos, que los alumnos adquieran conocimientos mediante su asistencia participativa en clases, realización de trabajos de forma autónoma, asistencia a clases magistrales, participación en el desarrollo de prácticas de aula y/o laboratorio, entre otras actividades. Por tanto, las competencias se han convertido en un elemento fundamental de la construcción del sistema (Jiménez, et al., 2013). Las competencias se pueden dividir en competencias genéricas, que en principio son independientes del área de estudio y competencias específicas para cada área de estudio (Juárez & González, 2018). Las competencias genéricas no necesariamente están relacionadas con los conocimientos técnicos, aunque el profesor transmite al alumno unos conocimientos relacionado con las competencias genéricas. En concreto, López (2017) define las competencias genéricas como las que son comunes en la mayoría de las profesiones y, que se relacionan con la puesta en práctica integrada de aptitudes, rasgos de personalidad, conocimientos y valores adquiridos.

El propósito principal de esta investigación ha sido analizar e interpretar, la percepción que los alumnos tienen de las competencias genéricas adquiridas a lo largo de sus estudios en los que desarrollan su docencia el área de producción vegetal de la Universidad de Oviedo.

## **Experimentación / Trabajo Desarrollado**

La investigación se realizó en las últimas semanas del primer semestre del Curso 2017/2018. Para ello, se confeccionó previamente un cuestionario. Para la elaboración de los ítems del cuestionario se ha utilizado una escala tipo Likert. Se han establecido un total de 19 ítems (Tabla 1), usando el nivel de medición ordinal, siendo 1 nada conforme y 5 muy conforme. El diseño del cuestionario se estructuró en dos partes. En la primera de ellas se solicita información general sobre la formación de la persona encuestada, en la segunda parte se realizan preguntas sobre las competencias genéricas que el alumno percibe que ha alcanzado. Para la

elaboración de los ítems del cuestionario presentado a los alumnos se ha tomado como punto de partida la lista de competencias genéricas propuestas en el proyecto Tuning.

**Tabla 1. Preguntas del cuestionario entregado a los alumnos para que participaran en la investigación.**

Ítem	Pregunta
P1	Soy capaz de conocer, comprender y utilizar la capacidad de organización y planificación
P2	Soy capaz de conocer, comprender y utilizar la capacidad de análisis y síntesis
P3	Soy capaz de resolver problemas
P4	Soy capaz de trabajar en equipo de carácter interdisciplinar
P5	Soy capaz de gestionar la información
P6	Tengo habilidad en las relaciones interpersonales
P7	Soy capaz de adaptarme a nuevas situaciones
P8	Tengo motivación por la calidad
P9	Tengo compromiso ético
P10	Soy capaz de tomar decisiones
P11	Soy capaz de reconocer la diversidad y multiculturalidad
P12	Soy creativo
P13	Soy capaz de conocer, comprender y utilizar los principios de Ingeniería del medio ambiente y del paisaje: Legislación y gestión medioambiental; Principios de desarrollo sostenible.
P14	Tengo comunicación oral y escrita en la lengua nativa
P15	Tengo iniciativa y espíritu emprendedor
P16	Tengo conocimientos de informática relativos al ámbito de estudio
P17	Tengo conocimiento de otras culturas y costumbres
P18	Tengo capacidad de liderazgo
P19	Tengo aprendizaje autónomo

La muestra está formada por alumnos que recibieron docencia en el primer semestre del tercer y cuarto curso del Grado en Ingeniería Forestal y del Medio Natural de la Universidad de Oviedo. La elección del área de formación pretende recoger la homogeneidad de la población objeto de estudio. El último día de docencia de las distintas asignaturas impartidas por el área de producción vegetal de la Universidad de Oviedo, los alumnos respondieron de forma voluntaria a la encuesta que corresponde al cuestionario elaborado en los primeros estadios de

la investigación. En el estudio se hace necesario distinguir el curso que están realizando los alumnos. Una vez ordenada correctamente la información en las hojas de Microsoft Excel, se exportaron al programa SPSS v24.0 para su análisis y la obtención de los resultados. Se estimaron los promedios y las desviaciones estándar; así como, la distribución de las diferencias en las preguntas. El tratamiento de los datos para el factor curso en el que se encuentra matriculado el alumno, al tener dos niveles, se realizó mediante la prueba de U de Mann-Whitney. La prueba de U de Mann-Whitney contrasta si dos poblaciones muestreadas son equivalentes en su posición. Las observaciones de ambos grupos se combinan y clasifican, asignándose el rango de promedio en caso de producirse coincidencias. El número de coincidencias debe ser pequeño en relación con el número total de observaciones. Si la posición de las poblaciones es idéntica, los rangos deberían mezclarse aleatoriamente entre las dos muestras. La prueba calcula el número de veces que una puntuación del grupo 1 precede a una puntuación del grupo 2 y el número de veces que una puntuación del grupo 2 precede a una puntuación del grupo 1. El estadístico U de Mann-Whitney es el menor de estos dos números (Pérez, 2003). El estadístico U de Mann-Whitney es un método no paramétrico y, en este caso, sirve para evaluar si un grupo de datos proviene de una misma población, en nuestro caso las poblaciones corresponderían al curso en el que se encuentra matriculado el alumno.

### **Principales Resultados**

Los valores de probabilidad asociados el estadístico U de Mann-Whitney para las diferentes preguntas realizadas resultaron ser superiores al nivel de probabilidad de 0,05. Por tanto, no se puede afirmar que haya diferencias entre las puntuaciones de los alumnos de los dos cursos. La prueba de U de Mann-Whitney compara las medianas observadas entre ambos grupos. Los grupos están formados por el curso 3º o el curso 4º. El grupo 1, que corresponde al curso 3º, es el que el que presenta un mayor número de alumnos, en concreto 16 alumnos y, el grupo 2, estudiantes del curso 4º, agrupaba un total de 10 alumnos (Tabla 2).

En la Tabla 2 se puede observar que los alumnos del grupo 1 (curso 3º) respondieron que están más conforme que el resto de alumnos a 13 preguntas del cuestionario y, por tanto, el grupo 2 (curso 4º) está más conforme en 6 preguntas. Exactamente el segundo grupo (curso 4º) está más conforme con los siguientes ítems: P3 (soy capaz de resolver problemas), P5 (soy capaz de gestionar la información), P6 (tengo habilidad en las relaciones interpersonales), P12 (soy creativo), P15 (tengo iniciativa y espíritu emprendedor), P16 (tengo conocimientos de informática relativos al ámbito estudiado).

Tabla 2. Prueba de U de Mann-Whitney

Ítem	Curso	Rango promedio	Ítem	Curso	Rango promedio
<b>P1</b>	3	14,78	<b>P11</b>	3	14,03
	4	11,45		4	12,65
<b>P2</b>	3	14,25	<b>P12</b>	3	12,97
	4	12,30		4	14,35
<b>P3</b>	3	13,03	<b>P13</b>	3	14,22
	4	14,25		4	12,35
<b>P4</b>	3	13,69	<b>P14</b>	3	14,47
	4	13,20		4	11,95
<b>P5</b>	3	11,75	<b>P15</b>	3	13,22
	4	16,30		4	13,95
<b>P6</b>	3	12,22	<b>P16</b>	3	11,56
	4	15,55		4	16,60
<b>P7</b>	3	13,69	<b>P17</b>	3	13,73
	4	13,20		4	11,90
<b>P8</b>	3	13,94	<b>P18</b>	3	14,25
	4	12,80		4	12,30
<b>P9</b>	3	13,97	<b>P19</b>	3	13,88
	4	12,75		4	12,90
<b>P10</b>	3	14,59			
	4	11,75			

### Conclusiones

El trabajo elaborado podría permitir decir que las competencias genéricas de los alumnos con formación en producción vegetal de la Universidad de Oviedo se caracterizan por una tendencia hacia un estilo dirigido hacia las competencias sistémicas, por lo que, el alumno se adapta a nuevas situaciones, el estudiante aprende de forma autónomas a medida que avanzan en su formación adquieren experiencia.

El trabajo muestra como los alumnos al recibir más docencia adquieren más capacidad para resolver problemas, gestionar la información, relacionarse socialmente o, incluso ser más emprendedor o creativo. Por último, para obtener datos más concluyentes sería interesante

*Título de la ponencia*

prolongar esta investigación en el segundo semestre, también en otros estudios de grado, a ser posible en otra Universidad donde el área de producción vegetal imparta docencia y, por tanto, presente distinta orientación metodológica.

### **Agradecimientos**

Esta investigación ha sido posible gracias a la participación desinteresada de los alumnos que han dedicado su tiempo a la realización del cuestionario. Estamos especialmente agradecido al Área de Innovación Docente de la Universidad de Oviedo por aprobar y conceder el proyecto con código PINN-17-1-013, titulado "Seguimiento de competencias transversales para alumnos que reciben docencia en el área de producción vegetal".

### **Referencias**

- Imbernon, F., Silva, P., Guzmán, C. (2011). Teaching Skills in Virtual and Blended Learning Environments. *Comunicar*, 36, 107-114.
- Jiménez, J. J., Lagos, G., Jareño, F. (2013). El aprendizaje basado en problemas como instrumento potenciador de las competencias transversales. *E-pública. Revista electrónica sobre la enseñanza de la economía pública*, 13, 44-58.
- Juárez A., González, M. O. (2018) La construcción de las competencias genéricas en el nivel superior. *Revista Atlante: Cuadernos de Educación y Desarrollo*, 2, 1-16.
- López, M. A. (2017). *Aprendizaje, competencias y TIC*. Pearson. Ed. Ciudad de México. 360 pp.
- Pérez, C. (2003). *Técnicas estadísticas con SPSS*. Madrid. Ed. Prentice hall. 592 pp.



## **Enseñanza grupal. Estudio por casos de empresas valencianas**

**Bolta, Adelina<sup>a</sup>**

Departamento de Proyectos de Ingeniería. Escuela Superior de Ingenieros Industriales. Universidad Politécnica de Valencia, 46022 Valencia, España, abolta@dpi.upv.

---

### ***Abstract***

*The Cases of serious study by Valencian Companies a course of 4.5 elective credits last year degree course Industrial Engineering. The course aims to give students a detailed look at some key sectors that make up the business, their relative importance, manufactured or manipulated products and their specific weight in the economy and particularly in Valencia. The practical nature of this material is suitable for the implementation of active teaching methodology with trainingcop group competitions.*

**Keywords:** *Methodology; Team work; Study.Companies*

---

### ***Resumen***

*El Estudio por casos de Empresas Valencianas seria una asignatura de 4,5 créditos anual optativa de último curso de Grado de Ingeniería Industrial. La asignatura pretende dar al alumno una visión detallada de algunos sectores relevantes que componen el tejido Empresarial, su importancia relativa, los productos fabricados o manipulados y su peso específico en la economía del país y particularmente en la Comunidad Valenciana. El carácter práctico de esta materia resulta adecuado para la implantación de la metodología docente activa grupal con competencias poliformativas.*

**Palabras clave:** *Metodología; Trabajo en grupo; Estudio por casos. Empresa*

## **Introducción, Justificación y Objetivos**

La propuesta docente que se expone en esta ponencia correspondería a una asignatura optativa de la Titulación de Grado de Ingeniería Industrial (Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales) y se enmarca en los programas de innovación docente promovidos por la UPV (PACE). En esta asignatura se pretende formar al alumno en las características y

### *Título de la ponencia*

parámetros relevantes de las empresas enmarcadas en sectores propios de la Comunidad Valenciana, y en los entornos empresariales donde desarrollaran su futura profesión.

Dado que es una asignatura de conocimientos amplios y generales, y además los alumnos se enfrentan por primera vez con la realidad Empresarial, se ha realizado un esfuerzo en la organización docente de la asignatura para que resulte atractiva y a la vez promueva la participación proactiva.

### **Experimentación / Trabajo Desarrollado**

Al comienzo del curso se realiza la formación de los grupos de trabajo compuestos por 4-6 alumnos agrupados según su propio criterio y se sortean las empresas a visitar

#### **Trabajo en aula**

Correspondientes a los sectores empresariales de los que se realizará el proyecto. Estos grupos de alumnos formaran una empresa ficticia perteneciente al sector asignado y se reparten los roles de los diferentes directivos empresariales (Gerente, Director Comercial, Director de Compras, Director de Producción, Director de Recursos y Director Financiero).

El Proyecto o estudio de la empresa y sector asignado se compone de 6 capítulos que se deben elaborar por el grupo en su conjunto y se reparten por alumno según el rol que tiene cada uno para realizar la presentación oral del mismo con plena libertad de uso de medios.

#### **Trabajo de campo**

Otra acción enfocada al trabajo grupal son las visitas organizadas a empresas de los sectores estudiados. Se pretende que los alumnos vean de una forma práctica el funcionamiento de una empresa real, desde su organización, hasta su modelo productivo y recursos empleados. Y se plantea como un posible caso de creación emprendedora

### **Principales Resultados**

El contenido de la asignatura se divide en 10 temas, coincidentes aproximadamente con el número de semanas lectivas del cuatrimestre. Los dos primeros de ellos son introductorios a los Sectores de actividad Empresarial y a la Empresa Industrial. En el primero se enmarca el resto del temario y en el segundo se dan los conocimientos básicos de una actividad empresarial.

Los otros temas están repartidos entre el sector Industrial y el de Construcción como sectores que proporcionan mayor valor añadido y empleo cualificado.

El planteamiento docente de la asignatura se basa en los siguientes objetivos:

1.-Conocer y asimilar la realidad empresarial:

Los productos

Las tecnologías

Los volúmenes relativos

Las variables económicas y principales empresas

2.- Descubrir y elaborar información

Visitas selectivas a empresas relevantes

Obtención de fuentes de información

Resumen de datos

Presentación de resultados

3.- Coordinar y comunicar. Trabajo grupal.

Reparto de tareas

Interacción

Manejo de medios

Al comienzo del curso al presentar la asignatura y profesorado, con la documentación docente se entregará un planning a los alumnos donde se informa de los contenidos de cada uno de los días lectivos, tanto teóricos como prácticos, entregas de problemas y presentaciones orales a realizar por cada grupo de trabajo a formar.

### **Conclusiones**

El realizar un trabajo conjunto enseña a los alumnos a asumir un papel en un grupo, relacionarse con los demás y aceptar responsabilidades, aprendiendo a opinar y valorar las decisiones de los demás y la suya propia.

La aplicación de esta metodología multidisciplinar, repartiendo la carga del alumno en actividades didácticas presenciales y no presenciales que confluyen en un momento determinado en el aula hacen que los alumnos se encuentren motivados en sus distintas áreas emotivas y perciban la enseñanza con agrado y dedicación.

En un momento determinado y sobre un sector empresarial concreto se encuentran recibiendo una presentación teórica del profesor o de un grupo de compañeros, realizando un problema del mismo y visitando una empresa de ese sector

*Título de la ponencia*

## **Referencias**

- FYRENIUS, A., SILEN, C. y WIRELLI, S. (2007). *Students conceptions of underlying principles in medical physiology: an interview study of medical students understanding in a PBL curriculum*. *Advances in Physiology Education*, 31, 346-369.
- GARMENDIA, M., GUIASOLA, G. y SIERRA E. (2009). *Teaching Part Visualization: An Approach Based on Problem Solving Strategy Knowledge*. *International Journal of Engineering Education* 25(6), 1205-1211.
- IGEL CHARLES, URQUHART VICKI. (2012). *Generación Z, Meet Aprendizaje Cooperativo*. *Medio Diario School*, Vol. 43, No. 4, marzo 2012.
- JACKES J. y JACKES P. (2007). *Cómo trabajar en equipo: Guía práctica*. Madrid: Narcea Ediciones.
- JOHNSON D. W., JOHNSON R. T., Holubec E., J. (1999). *El aprendizaje cooperativo en el aula*, Buenos Aires. Paidós SAICF.
- LARRY K. MICHELSEN, ARLETTA BAUMAN CABALLERO, L. DEE FINK. (2002). *Equipo basado en el aprendizaje: Uso Transformadora de Grupos Pequeños*. Ed.Praeger.



## Implicación del alumnado en el proceso de aprendizaje mediante Trabajos Fin de Grado/Máster en Ingeniería de Telecomunicación

Yuri Álvarez López<sup>a</sup>, María García Fernández<sup>a</sup>, Fernando Las-Heras Andrés<sup>a</sup>

<sup>a</sup>Área de Teoría de la Señal y Comunicaciones, Departamento de Ingeniería Eléctrica, Universidad de Oviedo. Edificio Polivalente, Módulo 8, Campus Universitario de Gijón. 33203, Gijón (Asturias).

---

### **Abstract**

*Contents of some Bachelor and Master's degree in Telecommunication Engineering courses have to be updated every academic year to incorporate the newest technologies in this area, making these studies attractive for the students, and satisfying the learning outcomes required by technological companies. To achieve this goal, this contribution describes a methodology based on capstone projects devoted to develop demonstrators or prototypes that make use of these new technologies. The resulting demonstrators or prototypes can be later introduced in the laboratory sessions of the Telecommunication Engineering courses. This methodology aims to raise the motivation of the students, as they will prove themselves their capability to design and implement relatively complex telecommunication systems based on technologies that will be present in their professional career. Besides, this methodology makes easier the yearly update of the laboratory session, reducing the amount of work of the professor.*

**Keywords:** *capstone projects, laboratory projects, telecommunication engineering, radiodetermination systems.*

---

### **Resumen**

*Los contenidos de algunas asignaturas del grado y máster en ingeniería de telecomunicación son actualizados cada curso académico para incorporar las nuevas tecnologías que surgen en esta rama del conocimiento, contribuyendo a hacer más atractivos los estudios así como a satisfacer los resultados de aprendizaje requeridos por compañías tecnológicas. Para ello se propone una metodología basada en Trabajos Fin de Grado (TFG) y Máster (TFM) orientados al desarrollo de demostradores o prototipos de nuevas tecnologías de telecomunicaciones. Los demostradores resultantes serán in-*

*roducidos en las prácticas de laboratorio (PLs) de las asignaturas. Esta metodología pretende motivar más al alumnado, promoviendo sus competencias para desarrollar e implementar sistemas de telecomunicación de cierta complejidad basados en tecnologías presentes en su futuro profesional. Además, esta metodología facilita la renovación de los contenidos de las PLs de un curso académico a otro, disminuyendo la carga de trabajo del profesor responsable de las mismas.*

**Palabras clave:** *trabajos fin de grado/máster, prácticas de laboratorio, telecomunicaciones, sistemas de radiodeterminación.*

### **Introducción, Justificación y Objetivos**

El principal objetivo es la implementación de una metodología para el establecimiento de nuevas prácticas de laboratorio derivadas de TFGs y TFM's realizados por los alumnos que han cursado las asignaturas donde se imparten dichas prácticas de laboratorio en cursos anteriores.

Mediante esta metodología se persigue incrementar la motivación del alumnado tanto a la hora de realizar el TFG / TFM, al ver que el trabajo realizado se aplicará en la docencia de una asignatura que ellos han cursado, así como de los alumnos que cursan las asignaturas donde se introduce el material elaborado en los TFGs/TFM's. En este último caso, el empleo de material elaborado por antiguos alumnos (los cuales, en la medida de lo posible, explicarán la práctica que han elaborado a sus compañeros), permite a los alumnos que cursan la asignatura comprobar que el desarrollo de aplicaciones y sistemas basados en nuevos componentes y dispositivos puede ser realizado por ellos mismos (es decir, que está a su alcance).

Además, la introducción de un agente entre el profesor que imparte las prácticas de laboratorio y los alumnos, permite suavizar el salto jerárquico establecido en la relación profesor-alumno.

La incorporación del material desarrollado en TFGs y TFM's a los contenidos teóricos y prácticos de la asignatura facilita además la labor del profesorado, especialmente en titulaciones como las ingenierías, donde el desarrollo tecnológico requiere una renovación constante de los contenidos. De esta forma se pueden ofertar TFGs y TFM's atractivos para los alumnos, aumentando así la oferta de TFGs y TFM's en las correspondientes bolsas de proyectos.

### **Trabajos Relacionados**

El contexto en el que se ha desarrollado la metodología propuesta tiene sus orígenes en el proyecto descrito en (Alvarez, 2016), donde se perseguía renovar tanto los contenidos como

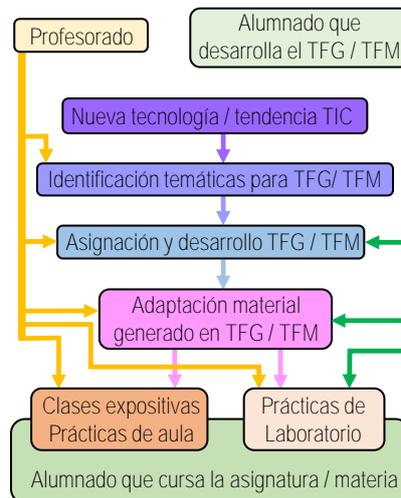
la metodología docente de las asignaturas en temática de sistemas de radiodeterminación de los estudios en ingeniería de telecomunicación, siguiendo las directrices descritas en (Trenshaw, 2014). Una vez implementadas las nuevas PLs, se observó la necesidad de ir renovándolas con las nuevas tecnologías en sistemas de posicionamiento y radiodeterminación (RFID, *Internet of Things*, nuevos sistemas GNSS, etc). Para ello se decidió emplear TFGs y TFMs cuyo contenido (prototipos, demostradores) se pudiera incorporar posteriormente a las PLs de la asignatura.

Existen precedentes de la metodología propuesta, especialmente en el ámbito de ingeniería informática (simuladores desarrollados por antiguos alumnos de las asignaturas). En el presente trabajo el valor añadido es hacer partícipes a los alumnos que han realizado el TFG/TFM en el proceso docente, haciendo que sean ellos quienes expliquen el trabajo realizado a sus compañeros.

## Metodología

La metodología propuesta se resume en el esquema de la Figura 1. El objetivo es la identificación de nuevas tecnologías en el ámbito de las TICs, que puedan dar lugar a un demostrador o prototipo el cual se realizará a través de un TFG/TFM, para su posterior incorporación a las PLs de la asignatura.

**Figura 1 Metodología propuesta para la incorporación de nuevos contenidos en asignaturas de ingeniería de Telecomunicación elaborados a través de TFGs/TFMs.**



La elaboración de TFGs/TFMs dentro del objetivo descrito en esta comunicación se inició en el curso académico 2014-2015. Desde entonces, se han ido incorporando los prototipos y demostradores a las PLs. En la medida de lo posible la explicación del diseño e implemen-

tación de dichos prototipos y demostradores ha corrido a cargo de los alumnos que lo han realizado.

La metodología propuesta permite que el material elaborado se pueda ir incorporando secuencialmente a las PLs, con lo que si un TFG/TFM sufriera una demora en su ejecución la planificación de la asignatura no se vería afectada. Es decir, se espera a que el TFG/TFM esté en un avanzado estado de ejecución para proceder a la programación de una nueva PL basado en el mismo.

### **Principales Resultados**

Los TFGs / TFM's han dado lugar a prototipos y demostradores de elevada calidad y fiabilidad, permitiendo su uso no solo en las PLs, sino también en actividades de divulgación científica organizadas por la Universidad de Oviedo.

Durante el pasado curso académico 2016-2017 se ha conseguido que aproximadamente un 60% de las PLs de la asignatura de Sistemas de Radiodeterminación esté basado en TFGs y TFM's de alumnos que han cursado previamente dicha asignatura.

Esta metodología ha permitido aumentar el grado de motivación e interés del alumnado en las PLs de la asignatura, lo que eventualmente repercute también en la participación y seguimiento de la misma, como se recoge en la memoria presentada en (Alvarez, 2018).

### **Conclusiones**

La metodología propuesta permite una eficiente renovación del contenido de las PLs a través de la realización de TFG/TFM de carácter docente. La innovación aportada proviene del hecho de hacer partícipe al alumno que ha realizado el TFG/TFM en el proceso de aprendizaje de los alumnos que realizarán la PL empleando el material que él ha elaborado.

### **Referencias**

- Alvarez, Y. (2016). *Innovative Approach to Teaching Radar and Radiolocalization Course*. International Journal of Engineering Education. Vol. 32, No. 2 (A), pp. 849-865.
- Alvarez, Y., and Las-Heras, F. (2018). *Innovación docente en prácticas de laboratorio a través de trabajos de fin de grado y de master*. Jornadas de Innovación Docente. Universidad de Oviedo. Mieres, 17 enero 2018. 3 páginas.
- Trenshaw, K. F., Herman, G. L., Green, K. A., and Goldberg, D. E. (2014). *Fostering motivation as a class objective in a large engineering class for second-year students: A narrative approach*. International Journal of Engineering Education, Vol. 30, No. (4), pp. 837-847.



## An example of company-university cooperation: Mathematical modeling and numerical simulation of heat dissipation in led bulbs

D. Alarcón<sup>a</sup>, E. Balvís<sup>b</sup>, R. Bendaña<sup>c</sup>, J.A. Conejero<sup>d</sup>, P. Fernández de Córdoba<sup>d</sup>, J. Hígon<sup>e</sup>, J.M. Isidro<sup>d</sup> y H. Michinel<sup>f</sup>

<sup>a</sup>Departamento de Matemática Aplicada, Universidad Politécnica de Valencia, [dialcor@doc-tor.upv.es](mailto:dialcor@doc-tor.upv.es); <sup>b</sup>ERH-Illumnia S.L., [ebalvis@uvigo.es](mailto:ebalvis@uvigo.es); <sup>c</sup>Aerospace Engineering School, Universidade de Vigo, [ricardojbi@uvigo.es](mailto:ricardojbi@uvigo.es); <sup>d</sup>Instituto Universitario de Matemática Pura y Aplicada, Universitat Politècnica de València, [aconejero@upv.es](mailto:aconejero@upv.es); <sup>e</sup>Departamento de Expresión Gráfica Arquitectónica, Universitat Politècnica de València, [jhigonc@ega.upv.es](mailto:jhigonc@ega.upv.es).

---

### **Abstract**

*In this paper, a complete example of a company-university collaboration is presented. It begins by raising the thermal problem in manufacturing luminaires with LED technology. Through the development of a mathematical model and its numerical simulation using software based on finite elements, a solution is presented. In addition, the prototype proposed by modeling is constructed and it can be concluded that this model provides a accurate solution to the initial planned problem. Finally, the transit to the market is made by the production of such device and continue with the necessary studies to be able to optimize the initial design. With this work we want to motivate the university - industry relations.*

**Keywords:** cooling law, high-power LED.

---

### **Resumen**

*En este trabajo se presenta un ejemplo completo de la relación universidad-empresa. Se comienza planteando el problema térmico involucrado en las luminarias con tecnología LED. Mediante el desarrollo de un modelado matemático y la solución del mismo mediante software basado en elementos finitos, se puede presentar una solución a dicho problema. Además, se lleva a la realidad el prototipo modelado y se puede concluir que este modelo brinda una solución precisa al problema inicial planteado. Finalmente, el paso al mercado se lleva a cabo produciendo dicho dispositivo y, al mismo tiempo, continuando con los estudios necesarios para poder optimizar el diseño inicial. Con este trabajo queremos motivar las prometedoras relaciones universidad-empresa.*

*An example of a mathematical company-university cooperation in the design of LED bulbs.*

**Keywords:** *Cooling law, High Power LEDs (HP-LEDs).*

## **Introduction, Justification, and Objectives**

One of the main problems to overcome to extend bulb's lifecycle is concerning how heat dissipation. The common design of LED bulbs is not usually conceived for extending the bulbs service life. New designs should be developed in order to overcome this problem and to foster the entry of new suppliers in the market.

In this work, we present a detailed study of heating and cooling processes of a disruptive new designed of LED luminaires with passive heat sinks. These bulbs were developed at request of the Spanish company Innebo and two universities contributed to its design: the University of Vigo (through the Optics lab) and the Polytechnic University of Valencia (through the Interdisciplinary Modeling Group). The first group focuses its activity in the area of photonics and the second in problems of heat and mass transfer. This interrelation constitutes a paradigmatic example of university-company relationship.

Our analysis is supported by numerical simulations as well as experimental measurements, carried on systems used for outdoor lighting. We have focused our analysis on the common case of a single LED source in thermal contact with an aluminium passive heat sink, obtaining an excellent agreement with experimental measurements and the numerical simulations performed. Our results can be easily expanded, without loss of generality, to similar systems.

From our analysis we can derive that aluminum low-cost passive heat sinks can be used to keep the temperature of 30W-50W HP-LED chips below 60C, thus making it possible to reach life-times of 55.000h with the corresponding savings in energy consumption and maintenance. Such results and simulations help to develop new technologies within the university ecosystem, and it helps to the creation of start-up's that can develop and commercialize new high technological products.

## **Related works**

In (Balvis et al, 2015) a preliminary study was provided. It has been contrasted with a different software that also works with finite elements.

In (Yu, Lee, & Yook, 2010) an experimental and numerical investigation of natural convection in a similar geometry (radial heat sink) is presented (geometry based on a horizontal circular base and rectangular fins).

## **Developed work**

We need to guarantee that the HP-LED temperature stays below the maximum value specified by the producer. Specifically, the heat sink presented in (Balvis et al, 2015) must not exceed 70 degrees Celsius. The heat sink is modeled as being axially symmetric, with gravity  $g$  (dimensionally an acceleration) acting vertically along the symmetry axis (taken as OZ).

The velocity field  $\mathbf{v}$  of the air in which the heat sink is immersed satisfies the Navier–Stokes equation

$$\rho \frac{\partial \mathbf{v}}{\partial t} + \rho(\mathbf{v} \cdot \nabla)\mathbf{v} = -\nabla p + \rho \nu \nabla^2 \mathbf{v} + \rho \mathbf{g} \quad (1)$$

where,  $\rho$  is the volume density of the air,  $\nu$  its kinematic viscosity and  $p$  the pressure. The velocity and the density are related together by the continuity equation

$$\frac{\partial \rho}{\partial t} + \nabla \cdot (\rho \mathbf{v}) = 0. \quad (2)$$

Heat flow in a temperature gradient is governed by the equation

$$\frac{\partial \rho}{\partial t} + \mathbf{v} \cdot \nabla T = k \nabla^2 T + \frac{J}{\rho C_p}, \quad (3)$$

where  $\rho C_p$  denotes the heat capacity per unit volume of the air,  $k$  its thermal diffusivity, and  $J$  the time rate of internal heat production per unit volume.

Eqs. (1), (2) and (3) are applied to the air surrounding the LED. The heat sink itself is assumed to be a black body at temperature  $T$ , thus radiating energy according to the Stefan–Boltzmann law:

$$\dot{q} = \varepsilon \sigma T^4 \quad (4)$$

Here  $\dot{q}$  stands for the energy per unit time and unit area, and it is the exit flow of energy from the heat sink. Besides  $\varepsilon$  its emissivity and  $\sigma$  is the Stefan–Boltzmann constant.

We will numerically solve the coupled system of equations (1), (2), (3) and (4) subject to Dirichlet boundary conditions. Let  $T_0$  be the (fixed) temperature of the air surrounding the LED, far enough from the heat source. We impose the Dirichlet condition  $T = T_0$  on the boundary of the numerical simulation window.

Additionally, the Dirichlet boundary condition has been supplemented with:

- i. heat transfer of solid to solid by conduction between the LED and the dissipator, with a distributed thermal resistance of  $0.001 \text{ m}^2\text{K/W}$ ;
- ii. heat transfer of solid to air by convection.

The last heat transfer coefficient  $h$  has been taken to equal  $12\text{W/m}^2\text{K}$  in the implementation of Newton’s cooling law of convection. Since the values for  $h$  found in the literature vary widely, this latter input was adjusted until the simulation results coincided with those from experiment. Once the best fit was found, the corresponding value of  $h$  was taken as given for the rest of numerical simulations.

## **Principales Resultados**

This model (heat sink geometry and governing equations) is applied to the two simulations performed. All numerical simulations have been carried out for an input LED power of  $50\text{W}$ . Fig. 1 shows the geometry of the heat sink, the HP-LED being modeled as a square piece. Observe the geometry of the flaps, which allows a greater flow of air through the heat sink.

*An example of a mathematical company-university cooperation in the design of LED bulbs.*

The latter surrounds a solid cylinder, on the base of which the square HP-LED is located; this cylinder distributes the heat across the whole device.

**Figure 1 Used design geometry**

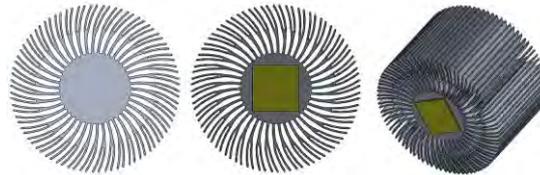
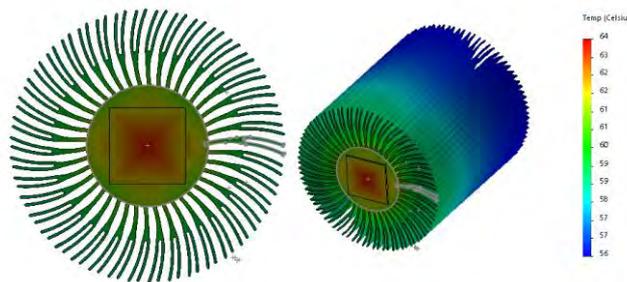


Fig. 2 exhibits the results of this simulation. The numerical values of the temperature are shown: the maximal temperature attained is 64 Celsius degrees, the minimal is 56.

**Figure 2 Results of simulation using Solidworks.**



With the objective of verifying the results, we create a prototype and experimentally measure the temperatures in three points of the device. In the critical point (LED), the experimental result reaches a maximal temperature of 63 Celsius degree.

## Conclusiones

We have presented a numerical study of the steady-state temperature distribution of a realistic high-power light emitting diode (HP-LED) bulb. Our results have been compared with experimental data measured in a prototype fabricated under market considerations. A nice agreement has been found between the computer simulations and the measurements performed.

Therefore, from our analysis we can derive that aluminum low-cost passive heat sinks can be used to keep the temperature of 30W – 50W HP-LED chips below 60°C, thus making it possible to reach life-times of 55.000h with the corresponding savings in energy consumption and maintenance.

## References

- Alarcón, D., Balvís, E., Bendaña, R., Conejero, J.A., Fernández de Córdoba, P, Higón, J.L., Isidro, J.M<sup>a</sup>, and Minchinell, H. (2018). Mathematical modeling and numerical

*D. Alarcón, E. Balvís, R. Bendaña, A. Conejero, P. Fernández de Córdoba, J. Higón, J.M. Isidro y H. Michinel*

simulation of heat dissipation in LED bulbs. *Preprint*.

- Balvis, E., Bendaña, R., Michinel, H., Fernández de Córdoba, P., & Paredes, Á. (2015). Analysis of a passive heat sink for temperature stabilization of high-power LED bulbs. *Journal of Physics*, 605, 12005. <http://doi.org/10.1088/1742-6596/605/1/012005>
- Yu, S. H., Lee, K. S., & Yook, S. J. (2010). Natural convection around a radial heat sink. *International Journal of Heat and Mass Transfer*, 53(13–14), 2935–2938. <http://doi.org/10.1016/j.ijheatmasstransfer.2010.02.032>



## Aprendizaje Centrado en el Proyecto de Estructuras Adaptados a la Enseñanza Universitaria

José D. Ríos Jiménez<sup>a</sup>, Héctor Cifuentes Bulté<sup>b</sup>

<sup>a</sup>ETS de Ingeniería. Universidad de Sevilla. jdrios@us.es <sup>b</sup>ETS de Ingeniería. Universidad de Sevilla. bulte@us.es

---

### **Abstract**

*The establishment of the European higher education area (EHEA) and the Bologna process tries to improve student's motivation and the development of personal skills, communication, teamwork, etc. through theoretical and practical similar experiences to those they will find in their future career. In this regard, this work pretends to perform the design and calculation of structures by a realistic project adapted to the academic field. The project must follow a series of guidelines established, so that students have to analyse possible solutions, make decisions, as well as, develop teamwork skills. At the end of the course, all the groups make a public presentation of their project and the students act as participants in the evaluations of their peers, thus encouraging a constructive critical discussion of the projects and the decision-making made.*

**Keywords:** Educational innovation, problem based learning, motivation.

---

### **Resumen**

*Con la instauración del marco educativo común en Europa y del proceso de Bolonia se pretende mejorar la motivación de los estudiantes y desarrollar sus habilidades personales, de comunicación, de trabajo en equipo, etc. mediante experiencias teórico-prácticas similares a las que encontrarán en su futura carrera profesional. Para ello, en este trabajo se propone la realización del diseño y cálculo estructural de un proyecto realista adaptado al ámbito académico. Se establecen una serie de condicionantes que debe cumplir el proyecto, de manera que los alumnos tienen que analizar posibles soluciones, tomar decisiones, así como, desarrollar habilidades de trabajo en equipo. A final de curso todos los grupos realizan una exposición pública de sus trabajos y los propios alumnos son los que evaluarán los trabajos de sus compañeros,*

*de manera que se fomente una discusión crítica-constructiva de los proyectos y de la toma de decisiones realizada.*

**Palabras clave:** *innovación educativa, aprendizaje basado en problemas, motivación.*

## **Introducción, Justificación y Objetivos**

El modelo del sistema educativo en las Universidades tradicionalmente se ha basado en la difusión de conocimiento de forma teórica. Sin embargo, una de las principales reformas de la instauración del marco educativo común en Europa y del proceso de Bolonia es que los estudiantes desarrollen sus capacidades mediante experiencias teórico-prácticas que les permitan mejorar sus habilidades personales y de trabajo en equipo en situaciones similares a las que encontrarán en su futura carrera profesional. Como es sabido por otras investigaciones [1], la motivación del alumnado es un elemento fundamental para mejorar el rendimiento académico. El aprendizaje basado en problemas (ABP) es una estrategia de enseñanza que favorece tanto el aprendizaje grupal, como el particular que se centra en la resolución de problemas reales concretos, que están relacionados con el entorno profesional en el que tendrán que desenvolverse los alumnos en un futuro. Con ese objetivo, en este trabajo se les ha presentado a los estudiantes de la asignatura de Estructuras de Hormigón Armado (EHA) del 3<sup>er</sup> curso del Grado de Ingeniería de las Tecnologías Industriales, un proyecto académico de diseño estructural con una serie de limitaciones o condicionantes (realistas) que exijan de la aplicación de conceptos teóricos y de la toma de decisiones específicas para cumplir con las premisas planteadas. De esta manera, se pretende establecer una relación entre los conceptos teóricos, de diseño y de cálculo de estructuras de hormigón armado, con el desarrollo de capacidades como: la creatividad, reflexión crítica, comunicación, trabajo en equipo y la toma de decisiones necesaria en el ámbito profesional. Finalmente, la evaluación y las correcciones se harán mediante presentaciones en público y serán ellos los que evaluarán los trabajos de sus compañeros, fomentando así un espíritu crítico y de reflexión.

## **Trabajos Relacionados**

La aplicación de sistemas ABP que basa el aprendizaje en la discusión y solución de problemas que fomenten la motivación del alumnado ha alcanzado considerable aceptación en los últimos 40 años [2]. Entre los trabajos que han optado por aplicar esta técnica cabe destacar el realizado por Delgado et al. [3] ya que lo aplica a una asignatura de estructuras metálicas, que está muy relacionada con la aplicación que proponemos. Entre las virtudes de la aplicación de esta metodología de aprendizaje destacó: la motivación del estudiante reduciéndose

el abandono de la asignatura, aprendizaje cooperativo, capacidad de resolución de dificultades realistas y el enfoque práctico-real de la asignatura. Entre las debilidades se encontraron la extensión de la asignatura y la excesiva dedicación no presencial. Esto llevó a proponer una readaptación de la cantidad de contenidos tradicionales. Otra aplicación en una asignatura de administración y dirección de empresas fue el realizado por Pérez-Aranda et al.[1]. Aunque el ámbito de la asignatura es bien diferente pero las conclusiones de la aplicación del sistema ABP merecen ser destacadas. En este estudio se concluyó que la mayoría de los alumnos destacaron que entender la asignatura era más importante para ellos, incluso cuando no obtenían buenos resultados en el examen y que mejoraban su capacidad de poner en práctica los conceptos obtenidos en las clases teóricas.

### **Trabajo Desarrollado**

Para la investigación se realizó una identificación del problema a mejorar con la aplicación del sistema ABP y un establecimiento de los objetivos y propuesta de soluciones. Finalmente se determinó que la aplicación de un sistema ABP podría mejorar la motivación, así como, las destrezas profesionales mediante un sistema cognitivo de aprendizaje. Los objetivos que debía cumplir el proyecto a seleccionar son:

- Aplicación de los conceptos de proyectos EHA
- Simplicidad de diseño
- Versatilidad de soluciones posibles
- Proyecto motivador para el alumnado
- A ser posible proyecto finalizado

La forma de poner en práctica esta estrategia metodológica se pretende materializar mediante 3 clases prácticas y las sesiones de tutorías durante el curso. La primera clase que sirva de presentación del trabajo grupal, común para todos los alumnos, formación de los grupos de trabajo, de 3 personas máximo, y entrega de un esquema general de trabajo para abordar el proyecto. El seguimiento de los proyectos se realizará a cada grupo en horario de tutorías. La segunda clase a final de curso se presentarán los proyectos. Los propios alumnos discutirán sobre las soluciones adoptadas por cada uno de los grupos y evaluarán los proyectos.

### **Principales Resultados**

Los trabajos realizados fueron expuestos por cada grupo mediante una presentación pública a sus compañeros. El sistema de evaluación de los trabajos se realizó de forma conjunta entre el profesorado y los propios compañeros motivando así un análisis reflexivo de las soluciones propuestas por cada grupo de trabajo. Para la resolución del diseño y cálculo estructural los

alumnos utilizaron el software RFEM muy extendido en el ámbito del cálculo estructural, de manera que, les permitió a los alumnos tener un primer contacto con la herramienta.

Para determinar el grado de satisfacción del alumando con la nueva metodología ABP propuesta, se realizó un análisis cuantitativo del nivel de aceptación de la propuesta planteada para mejorar el aprendizaje y fomentar la motivación del alumando mediante un cuestionario de motivación y estrategias de aprendizaje (MSLQ) [4]. Este cuestionario esta basado en las teorías cognitivas-sociales de aprendizaje (compresión en lugar de memorización), lo cuál hace que sea una herramienta adecuada para determinar el nivel de motivación alcanzado por los alumnos encuestados.

El cuestionario MSLQ con 81 items que se responden en su totalidad con escalas Likert. El cuestionario cuenta con dos secciones modulares, una dedicada a la motivación (31 items) y la otra al uso de estrategias de aprendizaje (50 items).

Además, se usaron las calificaciones de los alumnos para analizar si existen diferencias con grupos de años anteriores en los que no se usó el sistema de aprendizaje ABP.

## **Conclusiones**

Esta investigación nos ha permitido comprender mejor las bondades de la aplicación de un sistema ABP para evaluación del alumnado. Se ha alcanzado en un grado muy alto los objetivos previos establecidos por el profesorado: la mejor comprensión del comportamiento estructural, los criterios de diseño, la tipología estructural, y todo ello, de forma práctica, y con una actitud activa por parte de los alumnos.

## **Referencias**

- [1] Pérez-Aranda JR, Molina-Gómez J, Domínguez De La Rosa L, Del Carmen Rodríguez Martínez M. *El Aprendizaje Basado en Problemas como herramienta de motivación: reflexiones de su aplicación a estudiantes de GADE*. Revista de Formación E Innovación Educativa Universitaria 2015;8:189–207.
- [2] Leonor P. *Incidencia e influencia de las políticas en el cambio social: responsabilidad de las trabajadoras sociales e implicaciones para su educación teórica y práctica*. Miscelánea Comillas Revista de Ciencias Humanas Y Sociales 2014;64:173–96.
- [3] Delgado, Antonio; de Justo, Enrique; Molina, Marta; Rodríguez--Mayorga E. *Relevant Features in Steel Structures Teaching in Building Construction by Project- - Based Learning* n.d.:1–12.
- [4] Pintrich PR, DeGroot E V. *Motivational and self-regulated learning componenets of classroom academic performance*. Journal of Educational Psychology 1990;82:33–40. doi:<http://dx.doi.org.ezproxy.lb.polyu.edu.hk/10.1037/0022-0663.82.1.33>.



## **Nuevo enfoque pedagógico en la formación del perfil profesional para el desarrollo de proyectos de automatización industrial a través de un concepto de integración total**

**Dr. Juan Carlos Ríos Fernández**

Departamento de Energía. Universidad de Oviedo. riosjuan@uniovi.es

---

### ***Abstract***

*The course "Development of Projects of Industrial Automation Systems" taught as vocational training for employment, is made in response to the demand of an economic and technological context that justifies this type of training actions. The course has been developed with an innovative training methodology based on learning methods where the student is placed at the center of the action and their self-directed learning is strengthened by the teacher. The motivation of the teaching innovation work developed has been the students. Promoting collaborative attitudes, sharing knowledge and professional experiences, stimulating study and encouraging the development of practical cases in the field of automation. The objectives have been the training of the student for the development of automation projects, the obtaining of the certificate of professionalism and the capacity of insertion through learning, favor professional development, improve employment and increase productivity and participation in conferences and congresses of automation.*

**Keywords:** Education. Automation. Pedagogy. Innovation. Control systems.

---

### ***Resumen***

*El curso de "Desarrollo de Proyectos de Sistemas de Automatización Industrial" impartido como formación profesional para el empleo, se realiza ante la demanda de un contexto económico y tecnológico que justifica este tipo de acciones formativas. El curso desarrollado con metodología de formación innovadora basada en métodos de aprendizaje donde el alumno es el centro de la acción y se potencia su autoaprendizaje guiado por el docente. La motivación de la labor de innovación docente ha sido el alumnado. Promoviendo actitudes de colaboración, compartir conocimientos y experiencias profesionales, estimular el estudio y animar al desarrollo de casos prácticos en el ámbito de la automatización. Los objetivos han sido la capacitación del*

*Nuevo enfoque pedagógico en la formación del perfil profesional para el desarrollo de proyectos de automatización industrial a través de un concepto de integración total*

*alumno para el desarrollo de proyectos de automatización, la obtención del certificado de profesionalidad y la capacidad de inserción a través del aprendizaje, favorecer el desarrollo profesional, mejorar el empleo e incrementar la productividad y participación en jornadas y congresos de automatización.*

**Palabras clave:** Educación. Automatización. Pedagogía. Innovación. Sistemas de control.

## **Introducción**

En el actual escenario económico, la formación constituye un elemento estratégico clave para reforzar la productividad y competitividad de las empresas, así como para potenciar la empleabilidad de los trabajadores ante los continuos cambios que se producen. La Formación Profesional para el Empleo ayuda a mejorar la empleabilidad, en especial de aquellas personas con mayores dificultades de inserción laboral o de mantenimiento del empleo. La tecnología de automatización se ha convertido en el área más innovadora y con mayor vida de la electrotecnia [1]. Queda completamente justificada la inversión en formación, favoreciendo la reinserción laboral.

## **Justificación**

La justificación y motivación principal de la actividad de innovación docente desarrollada en el curso ha sido el alumnado. Se pretendía promover actitudes de colaboración, compartir conocimientos y experiencias profesionales, estimular el estudio y animar al desarrollo de casos prácticos en el ámbito de la automatización. En las puertas de la cuarta revolución industrial la importancia de la automatización industrial es cada vez más clara como punta de acción de áreas tan en desarrollo actualmente como son la robótica o la programación, basándose en el “Big Data”. Su importancia, desde el punto de vista praxiológico, se deriva de las grandes ventajas competitivas que ofrece a las Empresas.

## **Objetivos**

Con el desarrollo de este curso de cualificación profesional grado 3 se ha conseguido: 1.- La capacitación para el desarrollo de proyectos de automatización y control industrial, consiguiendo los criterios de calidad, seguridad, respeto medioambiental y cumpliendo la normativa vigente. 2.- Obtener el certificado de profesionalidad de “Desarrollo de proyectos de sistemas de automatización industrial”. 3.- Mejorar la cualificación profesional y capacidad de inserción laboral. 4.- Favorecer el desarrollo profesional. 5.- Mejorar el empleo e incrementar la productividad. 6.- Participación en Jornadas y Congresos de Automatización.

## **Trabajos Relacionados**

Los trabajos relacionados con el trabajo desarrollado fueron “Dando la vuelta a la clase: Aplicación del método Flipped Classroom como estrategia de blended-learning en asignaturas del Grado en Traducción e Interpretación (francés-español) & quot” de D<sup>a</sup>. Cristina Adrada Rafael. En el trabajo se expone la forma de invertir el modelo tradicional de enseñanza y el aprovechamiento de las ventajas que provoca en el desarrollo de las clases de una asignatura de grado universitario. “Aprendizaje colaborativo a través de la coordinación de docentes y discentes” de D<sup>a</sup>. María Lourdes Jimenez Navascues. En el trabajo se desarrolla una actividad de aprendizaje colaborativo, profundizando en cuestiones que giran en torno a varias ópticas diferentes y confluyentes.

## **Trabajo Desarrollado**

El curso se desarrolló durante 4 meses lectivos, con una duración de 700 horas incluyendo tanto base teórica como práctica con formación en empresas colaboradoras.

## **Materiales**

El aula disponía de equipos audiovisuales y PC's instalados en red para el trabajo colaborativo de todos los alumnos, un cañón de proyección y pantalla pedagógica táctil para la visualización y utilización del material docente. Para la consecución de los objetivos previstos se contó con software ofimático de gestión y específicos de automatización tales como Office, FluidSIM 5.2b, TIA Portal (Step 7 v12), RSLogix 5000, CodeSYS, Automation Studio v4, ISPSOft, Sysmac Studio, Autocad, Presto, Microsoft Project.

## **Metodología**

En la formación del siglo XXI los clásicos métodos conductivistas no tienen por que caer en el olvido, pero también es cierto que las nuevas metodologías o la adaptación de las clásicas permiten a los alumnos actuales prepararse para un mundo donde los problemas son cada vez más complejos y el tiempo de respuesta para dar soluciones cada vez menor. Es por esto que, en este curso, se ha optado por una metodología combinada utilizando técnicas innovadoras en el campo docente, proporcionando a los alumnos una visión holística de los problemas que van a encontrarse en el mundo real, a fin de dotarlos de capacidad para encontrar soluciones óptimas a las múltiples variables a las que van a tener que responder. Para la consecución de esta tarea, se utilizaron las siguientes técnicas de enseñanza combinadas en los diferentes módulos: *Flipped Classroom o Aula Invertida* [2], *Técnica Exegética o Lectura Comentada* [3], *Autoaprendizaje*, *Design Thinking* [4].

## **Principales Resultados**

El curso se puso en marcha con la apertura de solicitudes a través del portal trabajastur, se realizó una prueba de selección a causa de la alta demanda para las plazas previstas. El curso tenía ofertadas 15 plazas de las cuales se llegó al 100% de ocupación y se recibieron un total de 106 solicitudes, demostrándose el interés en este curso. El sistema de evaluación

del conocimiento adquirido por los alumnos ha dejado datos de la evolución con una nota media cercana a 8 puntos sobre 10. Con dichas pruebas se monitoreó de una manera continua y se preparó al alumno para la prueba de conjunto al final de cada unidad de competencia. Con estos resultados se puede observar una buena admisión de conocimientos en base a la identificación de equipos para el montaje de sistemas de control, conocimiento de las técnicas de construcción de cuadros de control para procesos secuenciales de automatización industrial y diseño de circuitos neumáticos, hidráulicos y eléctricos funcionales así como el conocimiento de sus componentes, realización de proyectos técnicos, implantación de medidas de seguridad y manejo de reglamentos y normativas. Además de apreciarse en el alumnado un gran interés por continuar desarrollando y aumentando el nivel de conocimientos técnicos a nivel universitario mediante grados y másteres técnicos.

### **Conclusiones**

La formación en el espacio económico mundial actual, es necesaria tanto para el reciclaje de los profesionales activos como puerta de inclusión en el mundo laboral de las personas en riesgo de exclusión. Atendiendo a este hecho, el Principado de Asturias participa activamente en acciones formativas de vanguardia como el curso en “Desarrollo de Proyectos de Sistemas de Automatización Industrial” del cual queda comprobado y justificado su validez e importancia para la industria regional y global. En consecuencia, con esta línea estratégica, el curso se edifica sobre los pilares de una educación innovadora, donde el alumno cobra todo el protagonismo en su propia educación. Apoyándose en nuevas técnicas de formación, guiadas siempre por docentes con amplia experiencia tanto en la enseñanza como en el terreno profesional. El curso desarrollado, deja datos relevantes acerca del interés del público objetivo, superando en un 700% las plazas ofertadas y obteniéndose unos resultados realmente satisfactorios en cuanto a la adquisición de conocimientos por parte de los alumnos, un interés generalizado por continuar ampliando sus estudios en el campo de la automatización y robótica y una empleabilidad del 40% a los pocos meses de finalización del curso.

### **Referencias**

- [1] Rigo Elizardi R. (2017). *Automatización en las empresas*. <http://riqooberto.blogspot.com.es/2009/02/la-importancia-de-la-automatizacion-en.html>.
- [2] García Aretio L. (2013): *Flipped classroom, ¿b-learning o EaD? Contextos Universitarios Meditados, n° 13,9*.
- [3] Villareal D. (2017). *Métodos y estrategias*. <http://metodosyestrategias.blogspot.com.es/2012/02/la-tecnica-de-la-exegetis-o-exegetica.html>.
- [4] Dschool Stanford (2017). Universidad de Stanford. <https://dschool.stanford.edu/>.

## Convenios de Cooperación Educativa en el Ámbito Náutico: Universidad- Empresa

D<sup>a</sup> Amanda Peña Navarro<sup>a</sup>, Dr Alexis Dionis Melián<sup>b</sup> y Dra M<sup>a</sup> del Cristo Adrián de Ganzo<sup>c</sup>

<sup>a</sup>Alumna de doctorado de la ULL, [amanda.penya@gmail.com](mailto:amanda.penya@gmail.com); <sup>b</sup>Profesor de la ULL, [adionis@ull.edu.es](mailto:adionis@ull.edu.es); y <sup>c</sup>Profesora de la ULL, [madriang@ull.edu.es](mailto:madriang@ull.edu.es)

---

### **Abstract**

*In this article we will discuss the relationship of the university with former companies. We will focus on the relationship established with companies that help to our students of Nautical section of the ULL to acquire their professional skills in a real environment and also prepare them to face a working environment.*

*These relationships are vital in the development of the professional activity to which they are going to dedicate their lives, since at least in our degree, the practical part includes almost one hundred percent of the knowledge that we should acquire and the professional activity, is eminently practical and takes place outside the usual environment.*

**Keywords:** *agreements, company, practices and labor.*

---

### **Resumen**

*En este artículo hablaremos de la relación de la Universidad con empresas. Nos centraremos en la relación con empresas que ayudan a que nuestros alumnos de la sección de Náutica, Máquinas y Radioelectrónica Naval de la ULL adquieran sus competencias profesionales en un entorno real, además de prepararlos para enfrentarse a un medio laboral.*

*Estas relaciones son vitales en el desarrollo de la actividad profesional al que van a dedicar su vida, puesto que al menos en nuestras titulaciones, la parte práctica engloba casi el cien por cien de los conocimientos que debemos adquirir y la actividad profesional, que es eminentemente práctica y se lleva a cabo fuera del entorno habitual.*

**Palabras clave:** *convenios, empresa, prácticas y laboral.*

## Introducción, Justificación y Objetivos

La relación de la universidad con la empresa no es algo nuevo. La Fundación General de la Universidad de La Laguna (FGULL), anteriormente Fundación Empresa, comenzó con la función de hacer de puente entre la Universidad de La Laguna y la sociedad Canaria. Desde la FGULL se trabaja para apoyar a estudiantes, investigadores y jóvenes titulados de

la Universidad de La Laguna en su relación con las empresas y la sociedad de nuestra región. Sin embargo, esto no es suficiente para cubrir las necesidades de los alumnos de la universidad y poder acceder al medio laboral.

Con la implantación de las nuevas titulaciones universitarias oficiales de Grado, Master y Doctorado (según se recoge en el REAL DECRETO 1393/2007, de 29 de octubre, por el que se establece la ordenación de las enseñanzas universitarias oficiales), se insta a las Universidades Españolas a incorporar en sus planes de estudio, las prácticas en empresas y preferentemente en los últimos cursos de la titulación. Esto para algunas titulaciones como las de Náutica no es una novedad. En los planes de estudio anteriores ya se ofertaban prácticas profesionales como parte de los contenidos académicos, aunque no era una tarea nada fácil.

En este aspecto la universidad de La Laguna (en adelante ULL), igual que el resto de universidades españolas, ha estado trabajando para potenciar y mejorar la relación con empresas e instituciones, a través de convenios de cooperación educativa, que permitan a los estudiantes hacer prácticas en dichas empresas.

El objetivo de estos convenios no es otro sino el de vincular directamente a los alumnos con las empresas en las que pueden desarrollarse profesionalmente y que experimenten de primera mano las relaciones personales en el medio laboral. En función de las necesidades de los alumnos se buscan empresas que oferten acoger alumnos para que este desarrollo sea posible, por un periodo de tiempo determinado, en los años de formación académica.

### **Trabajos Relacionados**

En la sección de Náutica, Máquinas y Radioelectrónica Naval de la Escuela Politécnica Superior de Ingeniería (en adelante EPSI) de la ULL se imparten tres titulaciones de: Grado en Náutica y Transporte Marítimo, Grado en Tecnologías Marinas y Grado en Ingeniería Electrónica Naval. La intención en los nuevos planes de estudio es que la parte teórica y práctica de estas titulaciones tuviera el mismo peso.

Desde la sección de Náutica, Máquinas y Radioelectrónica Naval de la EPSI de la ULL, se advirtió de la dificultad que tenían los alumnos de sus titulaciones para acceder al medio laboral por sus condiciones específicas.

Una vez que la ULL fue consciente de este hecho, empezó a incrementar su relación con empresas para la firma de Convenios de cooperación educativa. Aunque ya comentamos antes que la relación entre los alumnos y las empresas no es algo novedoso para la sección de náutica, si lo es hacerlo mediante estos Convenios de cooperación educativa.

El incremento de las relaciones con empresas trajo consigo un aumento en la diversificación de las posibilidades de nuestros alumnos para incorporarse a distintos tipos de empresa y una mayor diversidad en el medio laboral.

Hoy en día hay vigentes alrededor de una veintena de convenios que facilitan a nuestros alumnos esta labor. Navieras como Naviera Armas, Fred Olsen S.A. y OPDR, tienen firmados convenios con la universidad. Algunos de los convenios han sido renovados para poder seguir enviando alumnos de nuestras nuevas titulaciones. Esta labor ha sido posible gracias también a la colaboración de algunos profesores, que por su trabajo en las distintas navieras han facilitado estas relaciones.

### **Experimentación / Trabajo Desarrollado**

A continuación mostramos un cuadro con la relación de empresas que tienen convenios a los que se pueden acoger los alumnos de nuestra sección:

Empresa	Asignatura
INPRECASA	Seguridad Marítima
Naviera Fred Olsen S.A.	Prácticas profesionales
Distribuidora Marítima Petrogas	Prácticas profesionales
Naviera Armas, S. A.	Prácticas profesionales
Marítima LUDO MAR, S. L.	Prácticas profesionales
OPDR Canarias S. A.	Prácticas profesionales
Mercaflote S. L. U	Prácticas profesionales
Felipe del Rosario Hernández S. L. (FEROHER S. L.)	Prácticas profesionales
Taller Enrique Martín S. L.	Prácticas profesionales
SERVIGAS	Prácticas profesionales
Autoridad Portuaria de Santa Cruz de Tenerife	Prácticas profesionales
Unión eléctrica de Canarias Generación S. A. U. (ENDESA)	Prácticas profesionales
Talleres Electromecánicos PEYMAN S. L.	Prácticas profesionales
Nexotel Gestión S. A. (La Plantación)	Prácticas profesionales
Sociedad de Salvamento y Seguridad Marítima (SASEMAR) Remolcadores.	Prácticas profesionales
Sociedad de Salvamento y Seguridad Marítima (SASEMAR)	Prácticas profesionales
Compañía Española de Petróleos S. A.	Prácticas profesionales
NAVTEC Radioelectrónica Naval	Prácticas profesionales
Instituto Geográfico Nacional	Prácticas profesionales
SIELTEC Canarias S. L.	Prácticas profesionales
Electrónica MARSAT	Prácticas profesionales

Fuente: elaboración propia

Como podemos observar hay empresas de todas las categorías. Hay navieras como Naviera Armas, OPDR, Distribuidora Marítima Petrogas. Hay talleres como FEROHER, Talleres electromecánicos PEYMAN o SIELTEC Canarias. Y hay empresas de servicios varios como son Nexotel Gestión S. A., CEPSA, el Intituto Geográfico Nacional o SERVIGAS. Por último, un grupo de empresas electrónicas, como son NAVTEC Radioelectrónica Naval o Electrónica MARSAT.

Este grupo de empresas es solo una pequeña parte de todos los convenios que tiene la ULL. Desde todas las titulaciones se buscan convenios para que todos los alumnos de la ULL tengan la posibilidad de realizar las prácticas asociadas a cada titulación.

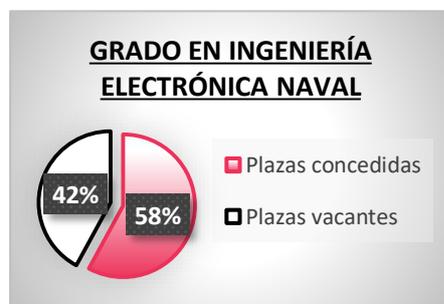
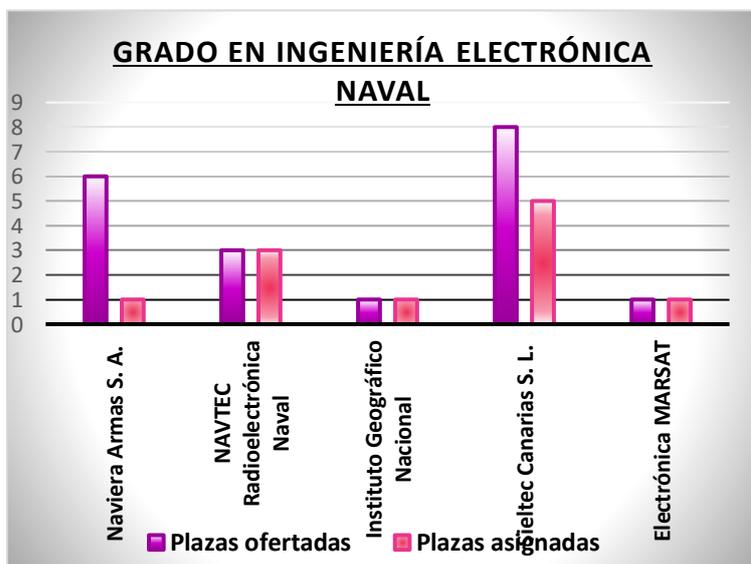
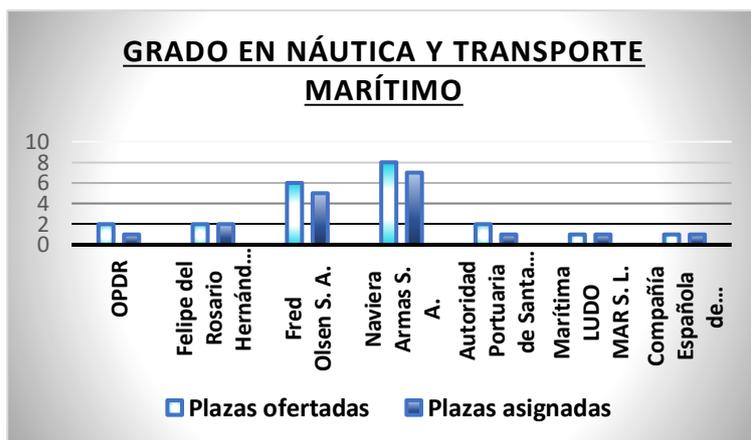
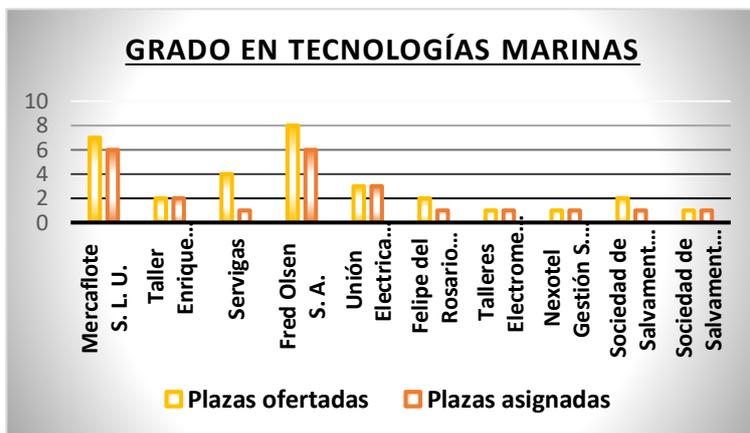
Los convenios que hemos nombrado anteriormente, hacen posible que se realicen las prácticas profesionales de nuestra sección, pero también permiten formarnos en el ejercicio de situaciones reales. Por ejemplo, con la empresa INPRECASA se pactó la cesión de dos botes salvavidas, con capacidad para 70 personas cada uno.

### **Principales Resultados**

Estos botes cedidos por INPRECASA se han utilizado posteriormente en ejercicios reales de supervivencia. Estos ejercicios consisten en permanecer a bordo de dichos botes 24 horas, sin ningún tipo de alimento y sin agua. Esto se hace porque en caso de tener que abandonar el buque en los botes salvavidas, se tendría que permanecer en los botes sin tocar las provisiones durante estas 24 horas, aunque con la tecnología existente hoy en día, la estancia en estos botes no supera esas 24 horas.

Además de estos dos botes de supervivencia, la empresa INPRECASA cede distintos materiales y productos de seguridad, para la realización de cursos y acreditaciones. Entre los materiales que ceden hay desde extintores de todo tipo, hasta pirotecnia de mano. Este tipo de material se utiliza para los ejercicios contraincendios, los cuales se realizan en un entorno controlado y con profesionales del medio colaborando con la universidad. Estos ejercicios se tienen que coordinar con la Autoridad Portuaria de Santa Cruz de Tenerife, institución con la que la universidad tiene otro convenio firmado.

Con los datos que nos ha cedido la secretaría de la sección de Náutica, Máquinas y Radioelectrónica Naval, y a falta de más datos de otras universidades para poder hacer una comparativa, hemos podido hacer las siguientes gráficas con los datos obtenidos. Hemos obtenido dos gráficos para cada una de las titulaciones de esta sección. La primera de las gráficas muestra la cantidad de plazas ofertadas y las plazas que se han cubierto realmente, y en la segunda los porcentajes.



## **Conclusiones**

Gracias al esfuerzo que hace la ULL y el profesorado de las titulaciones de nuestra sección en particular, una gran cantidad de estudiantes de todas nuestras titulaciones, están accediendo al medio laboral, y muchos de ellos de forma permanente.

La relación que se establece desde el periodo de formación académica del alumnado de las titulaciones de Grado en Navegación y Transporte Marítimo, Grado en Máquinas Navales y Grado en Electrónica Naval con las empresas permite, por un lado, que al alumnado tenga su primer contacto con el medio laboral y, por otro lado, permite a las empresas verificar la formación, la actitud y la dinámica con la que llegan los futuros titulados.

Aunque en un principio el objetivo de los convenios sea que los alumnos realicen sus prácticas académicas y profesionales vinculadas a su titulación, muchas empresas contratan con posterioridad a estos alumnos de forma permanente, ya que han sido formados con los métodos de la empresa y aprenden a trabajar con su dinámica. En definitiva, se les ha preparado en el conocimiento básico de la empresa y en los elementos esenciales que permitan su incorporación a la empresa al acabar su titulación para empezar a trabajar. Es común encontrarse también que, debido a que las empresas conocen a los alumnos por estos convenios que hemos nombrado, al presentar su curriculum en la misma empresa, tengan una mayor probabilidad de ser contratados

## **Referencias**

Las Referencias seguirán la tipografía descrita en los ejemplos inferiores, cuya citación en el texto deberá ser del tipo (Barrios, 1998).

1. REAL DECRETO 1393/2007, de 29 de octubre, por el que se establece la ordenación de las enseñanzas universitarias oficiales.  
<http://www.boe.es/boe/dias/2007/10/30/pdfs/A44037-44048.pdf>
2. REAL DECRETO 592/2014, de 11 de julio, por el que se regulan las prácticas académicas externas de los estudiantes universitarios  
<http://servicio.us.es/spee/sites/default/files/Documento%20BOE%20Prácticas%20Externas.pdf>
3. Nuevo Reglamento de Prácticas Externas de la Universidad de La Laguna  
[https://drive.google.com/file/d/1RVUX-HOzhfoz3IAhNPDD-7Am6yBms\\_TF/view](https://drive.google.com/file/d/1RVUX-HOzhfoz3IAhNPDD-7Am6yBms_TF/view)
4. <http://empresite.economista.es>
5. [https://www.ull.es/Private/folder/centros/politecnica/nautica/Convenios\\_Practicas\\_Externas\\_Seccion\\_Nautica.pdf](https://www.ull.es/Private/folder/centros/politecnica/nautica/Convenios_Practicas_Externas_Seccion_Nautica.pdf)



## **Sinergia bidireccional Universidad-Empresa. Caso de estudio: Proyecto de Investigación ERGONUI-TME**

**Manuel Otero-Mateo<sup>a</sup>, Andrés Pastor-Fernández<sup>b</sup>, Alberto Cerezo-Narváez<sup>c</sup>, Jose María Portela-Núñez<sup>d</sup> y Jesús Baeza-Carmona<sup>e</sup>**

<sup>a</sup>Escuela Superior de Ingeniería (Universidad de Cádiz). Dpto. de Ingeniería Mecánica y Diseño Industrial [manuel.otero@uca.es](mailto:manuel.otero@uca.es), <sup>b</sup>Escuela Superior de Ingeniería (Universidad de Cádiz). Dpto. de Ingeniería Mecánica y Diseño Industrial [alberto.cerezo@uca.es](mailto:alberto.cerezo@uca.es), <sup>c</sup>Escuela Superior de Ingeniería (Universidad de Cádiz). Dpto. de Ingeniería Mecánica y Diseño Industrial [andres.pastor@uca.es](mailto:andres.pastor@uca.es), <sup>d</sup>Escuela Superior de Ingeniería (Universidad de Cádiz). Dpto. de Ingeniería Mecánica y Diseño Industrial [josemaria.portela@uca.es](mailto:josemaria.portela@uca.es) y <sup>e</sup>Escuela Superior de Ingeniería (Universidad de Cádiz). Dpto. de Ingeniería Mecánica y Diseño Industrial [jesus.baeza@uca.es](mailto:jesus.baeza@uca.es).

---

### **Abstract**

*The research and transfer is one of the great challenges in which the University and the Companies must go hand in hand, the research projects must be aligned with the lines of action marked by the different interested parties (ministry, community autonomous and the university), but its development and the possibility of a real transfer, depends on the last end of society itself and therefore the business network, to obtain real and tangible results. This article tries to show the synergy generated in one of these cases of collaboration and the bidirectional transfer of knowledge, the adaptation of requirements to the real needs of companies and the transference of experiences and lessons learned from organizations to the process of teaching-learning in the laboratories of the Higher School of Engineering (University of Cádiz).*

**Keywords:** *Project; Technology Transfer; Knowledge; University.*

---

### **Resumen**

*La investigación y transferencia es uno de los grandes retos en los que la Universidad y las Empresas deben de ir de la mano, los proyectos de investigación deben de estar alineados con las líneas de actuación marcadas por las distintas partes interesadas (ministerio, comunidad autónoma y la propia universidad), pero su desarrollo y posibilidad de una transferencia real, depende en el último fin de la propia sociedad y por ende del tejido empresarial, para obtener resultados reales y tangibles. El presente artículo trata de mostrar las sinergia generada en uno de estos casos de colaboración y la transferencia bidireccional del conocimiento, la adaptación de*

*requisitos a las necesidades reales de las empresas y la transferencia de las experiencias y lecciones aprendidas de las organizaciones al proceso de enseñanza-aprendizaje en los laboratorios de la Escuela Superior de Ingeniería (Universidad de Cádiz).*

**Palabras clave:** *Proyecto; Transferencia Tecnológica; Conocimiento; Universidad.*

## **Introducción, Justificación y Objetivos**

Las sinergias en investigación y transferencia entre la Universidad y Empresa tradicionalmente se han desarrollado a través de proyectos de investigación. En este caso es a través del ‘Programa de Fomento e Impulso de la Investigación y la Transferencia en la UCA 2018/19’, dicho programa engloba distintas actuaciones, en este caso se muestra el desarrollo y resultados de una de dichas actuaciones, el denominado ‘Proyecto Puente’ (UCA, 2018).

La investigación que se muestra a continuación, muestra las relaciones entre el sector productivo, en este caso con la empresa ‘Servicios avanzados de ingeniería para la certificación y acreditación’ (SAICA, 2018), y el Grupo de Investigación TEP-955 (2018), grupo multidisciplinar, formado por personal docente e investigador (PDI) de la Universidad de Cádiz, así como investigadores Doctores y titulados superiores procedentes de entidades públicas y empresas privadas de Andalucía.

El presente proyecto puente solicitado trata de alcanzar los siguientes objetivos específicos:

- OBJ1 - Identificación de parámetros físicos asociados a las condiciones ambientales del puesto de trabajo, así como categorización de las actividades desempeñadas por los trabajadores en el laboratorio de metrología industrial de la empresa SAICA S.L.
- OBJ2 – Diseño de un sistema de captación no invasivo de bajo coste. En base a los parámetros físicos asociados a las condiciones ambientales del puesto de trabajo, incorporando los entregables del Proyecto UCA PR2016-50, para la aplicación de TICs a estudios ergonómicos.

En este entorno colaborativo, los diferentes agentes que están implicados, unen sus esfuerzos para la el logro de los objetivos planteados. Por un lado, La Universidad cuenta con el apoyo directo del Servicio de Prevención propio y del grupo TEP-955 que analizan e investigan sistemáticamente las necesidades empresariales y estudian la posibilidad de extrapolar los resultados obtenidos a otros ámbitos de actividad, diferentes al de la empresa involucrada en el proyecto concreto.

## **Antecedentes**

El grupo de investigación surge vertebrado en dos ejes fundamentales; primero en el ámbito docente y como una evolución natural de las materias impartidas por el Área de Proyectos de Ingeniería (Universidad de Cádiz), tanto en Títulos de Grado como en Másteres Oficiales. En segundo lugar, por la actividad profesional de los miembros del grupo que han colaborado y trabajan dentro de organismos públicos y privados relacionados con la Prevención de Riesgos Laborales. Dentro de sus líneas de actuación, relacionadas directamente con el proyecto, se encuentra la ‘Medición y análisis de indicadores vinculados a las condiciones de trabajo, apoyados en las nuevas tecnologías’.

Respecto a su contenido, mencionar que el número de accidentes y enfermedades relacionadas con el trabajo es una preocupación a nivel mundial, tal como señala la Organización Internacional del Trabajo (OIT) y la Organización Mundial de la Salud (OMS). En el ámbito estatal, la ‘Estrategia Española de Seguridad y Salud en el Trabajo 2015-2020’ (INSHT, 2015) es el marco de referencia de las políticas públicas en materia de seguridad y salud, orientando las actuaciones de las instituciones competentes para responder la demanda de nuestra sociedad. En este contexto, el presente proyecto trata de dar respuesta al reto social que supone una de sus líneas de actuación ‘Diseñar un plan de acción para la reducción de los trastornos musculoesqueléticos’.

Entre las diferentes disciplinas preventivas que estudian los factores de riesgo, reguladas en el RD 39/97 (BOE, 1997), la centrada en el análisis de los puestos de trabajo, adaptación de equipos, máquinas y otros utensilios a la persona, y por ende de los trastornos musculoesqueléticos (TME) es la Ergonomía. Esta disciplina preventiva, con métodos de estudio internacionalmente reconocidos, va a proporcionar la base científica del presente proyecto que ya ha sido iniciada anteriormente por los investigadores (Otero-Mateo, 2017).

## **Trabajo Desarrollado**

La metodología propuesta está basada en la Norma Internacional ISO 21500 sobre “directrices para la dirección y gestión de proyectos”, así como la guía de conocimiento ‘Project Management Body of Knowledge® 6ª edición’, sobre fundamentos para la dirección de proyectos del Project Management Institute (PMI), y la ‘Individual Competence Baseline, Version 4.0’, sobre bases de competencias para la dirección de proyectos de la International Project Management Association (IPMA).

La descripción de las tareas y el tiempo propuesto para su realización, que reflejan las sucesivas etapas del proyecto que se están desarrollando actualmente, son las siguientes:

- Tarea 1 (T1): Revisión bibliográfica de las condiciones ambientales en los lugares de trabajo, en especial técnicas de muestreo. 1 mes.

- Tarea 2 (T2): Revisión bibliográfica de las condiciones ambientales en laboratorio de Metrología Industrial (SAICA S.L.), en especial la normativa específica para ensayos. 1 mes.
- Tarea 3 (T3): Medición de factores ambientales existentes en laboratorios de Metrología Industrial (SAICA S.L.), aplicando técnicas de muestreo manuales. Realización de informe (E1), donde se incluirá la medición de factores ambientales (temperatura, humedad, velocidad del aire, iluminación, etc.), así factores físicos que influyen en el puesto de trabajo (máquinas herramientas, ropas de trabajo, etc.). 3 meses.
- Tarea 4 (T4): Análisis crítico y relación entre factores ambientales y condiciones de trabajo, identificados en base a la revisión bibliográfica para delimitar el rango de trabajo de los sensores a seleccionar en el Objetivo 2 (OBJ2), así como variables necesarias de adquisición por el sistema ergonómico (E2). 3 meses.
- Tarea 5 (T5): Selección de sensores necesarios para el diseño del sistema de captación no invasivo, en base a las conclusiones del proyecto UCA PR2016-50, al Entregable 2 (E2), y documentación de conclusiones (E3). 2 meses.
- Tarea 6 (T6): Diseño del sistema de adquisición de información, no solamente de la cámara Kinect, sino la compatibilidad con tarjetas de adquisición de datos (Tarjetas Arduino, BeagleBone, Raspberry Pi, Nanode, Autómatas programables, etc.). El objetivo es optimizar costes, no solamente de los sensores, sino también del sistema de conexión. Documentación de resultados (E4). 2 meses.
- Tarea 7 (T7): Difusión de resultados del proyecto y aplicación práctica tanto en el entorno universitario como en el industrial (E5). 2 meses (Paralelo T6).

Respecto a los entregables identificados en cada una de las tareas, anteriormente reflejadas, se encuentran los siguientes:

- Entregable 1 (E1): Documento de trabajo sobre la medición de factores existentes en laboratorio de Metrología Industrial.
- Entregable 2 (E2): Documento de trabajo sobre las conclusiones de estudio de los factores ambientales en puestos de trabajo en laboratorio de Metrología Industrial, para alcanzar el Objetivo 1 (OBJ1).
- Entregable 3 (E3): Documento de trabajo sobre la selección de sensores.
- Entregable 4 (E4): Documento de trabajo sobre el diseño del Sistema de Captación no invasivo de bajo coste, para alcanzar el Objetivo 2 (OBJ2).
- Entregable 5 (E5): 2 publicaciones para la difusión del proyecto de investigación.

### **Principales Resultados**

Tal como se indicaba en el estudio de Otero-Mateo (2017) en el Centro de Metrología Industrial ubicado en la Escuela Superior de Ingeniería (ESI), existía un problema puntual de

disconfort térmico en la época fría, siendo necesaria la protección del trabajador mejorando el nivel de aislamiento de ropa. No obstante, estos espacios son controlados y estables debido a las labores de acreditación y certificación de equipos, según procedimiento de trabajo, la temperatura ambiental debe estar comprendida entre  $(20,0 \pm 1,0)$  °C y una humedad relativa inferior al 65%.

En el proyecto que nos ocupa, se amplió el estudio a laboratorios existentes en la SAICA, así como su comparación con, situaciones que se replican en los laboratorios de enseñanza-aprendizaje dentro de la Escuela Superior de Ingeniería de la Universidad de Cádiz, el ‘Laboratorio de Metrología (A14)’, así como otros laboratorios donde realizan también prácticas los alumnos del Grado en Ingeniería Mecánica de la Escuela Superior de Ingeniería, concretamente el ‘Taller de Máquinas CNC (AS05)’ y el ‘Taller de Soldadura (AS06)’.

Dentro del proceso de análisis de condiciones ambientales, tanto en los laboratorios de la empresa SAICA como en los talleres de Máquinas y Soldadura, se han realizado mediciones en base al RD 486/97 (BOE, 1997\_2) sobre la humedad relativa, temperatura del aire, velocidad, así como otros factores relacionadas (psicrometría y cantidad de CO<sub>2</sub> en aire). Por medio de un equipo HQ 210 (Kimo® Instruments) y sus sondas de medición correspondientes, se han obtenido valores de temperatura muy inferiores a los establecidos por el RD 486/97 para asegurar un bienestar térmico de los alumnos, temperatura media de 10,3 °C y humedad relativa media del 60,1%.

### **Conclusiones**

Según los resultados obtenidos hasta el momento, actualmente en ejecución la Tarea 5 (T5), se presenta una desviación significativa de las condiciones de bienestar térmico en el Taller de Máquinas CNC (AS05), como el Taller de Soldadura (AS06). Esta desviación debe de ser analizada en el contexto de la docencia, el factor de confort térmico para el desarrollo de las actividades propias del taller debe de contemplarse dentro del proceso de planificación docente, estableciendo límites de exposición a las condiciones ambientales de los alumnos, mejorando el aislamiento térmico de dichos talleres, así como la permanencia en dichos talleres, para minimizar el impacto de la situación de estrés térmico.

Por otro lado, su relación con las actividades realizadas por los alumnos y/o trabajadores en el caso de talleres con situaciones térmicas equivalentes, deben de tenerse en consideración, ya que un mayor gasto del consumo metabólico, por actividades que requieran un mayor esfuerzo físico, puede influir en el tiempo de permanencia en los talleres. Actualmente nos encontramos seleccionando los sensores que se incorporarán a la tarjeta de adquisición de datos, optimizando funcionalidades, espacio y coste, así como el inicio de acuerdos para la presentación de un proyecto de investigación en próximas convocatorias.

## **Referencias**

- BOE (1997\_1). *Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención*. Disponible en: <https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-1997-1853>
- BOE (1997\_2). *Real Decreto 486/1997, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo*. Disponible en: <https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-1997-8669>
- INSHT (2015). *Estrategia Española de Seguridad y Salud en el Trabajo 2015-2020*. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo Ed. Madrid. 76 pp. Disponible en: [http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/ESTRATEGIA%20SST%2015\\_20.pdf](http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/ESTRATEGIA%20SST%2015_20.pdf)
- Otero-Mateo, M.; Cerezo-Narváez, A.; Portela-Núñez, J.M.; Pastor-Fernández, A. (2017). *Evaluación Ergonómica soportado por TIC en Laboratorios de Metrología Industrial (ERGOMET)*. XXI Congreso Internacional de Dirección e Ingeniería de Proyectos. Cádiz. Disponible en: <http://dSPACE.aeipro.com/xmlui/handle/123456789/458>
- SAICA (2018). *Web Empresa Servicios Avanzados de Ingeniería para la Certificación y la Acreditación*. Disponible en: <http://saicasl.eu> (Acceso 30-03-2018).
- TEP-955 (2018). *Web del Grupo de Investigación TEP-955 – Ingeniería y Tecnología para la prevención de riesgos laborales*. Disponible en: <http://tep955.uca.es> (Acceso 11-05-2018).
- UCA (2018). *Web Plan propio de Investigación y Transferencia 2018-2019 – Proyectos Puente*. Disponible en: <http://planpropioinvestigacion.uca.es/proyectos-puente/> (Acceso 30-03-2018).



## Estudio comparativo entre estudiantes de Ingeniería de la Universidad de León mediante el test Force Concept Inventory

Ana M. Castañón<sup>a</sup>, Covadonga Palencia<sup>b</sup>, María Fernández-Raga<sup>c</sup> y Fernando Gómez-Fernández<sup>d</sup>

<sup>a</sup>Dpto. Tecnología Minera, Topografía y de Estructuras. Universidad de León, [amcasg@unileon.es](mailto:amcasg@unileon.es),

<sup>b</sup>Dpto. Química y Física aplicadas. Universidad de León, [c.palencia@unileon.es](mailto:c.palencia@unileon.es), <sup>c</sup>Dpto. Química y Física aplicadas. Universidad de León, [maria.raga@unileon.es](mailto:maria.raga@unileon.es) y <sup>d</sup>Dpto. Tecnología Minera, Topografía y de Estructuras. Universidad de León, [f.gomez@unileon.es](mailto:f.gomez@unileon.es)

---

### **Abstract**

*The aim of this study is to detect the previous deficiencies that students may have in the subject of Physics, when they access at the University during the first semester in the first year. The research has been carried out with students from Engineering Schools, in the field of Physics. The "Force Concept Inventory" test, developed by Hestenes, has been used. This test was done by the students upon arrival at the University (pre-test) and it was repeated again by the same students at the end of the course. The results of the tests have been compared with the marks at the end of the course. It can be observed that the pass rate is higher among the students who passed the pre-test and the post-test than in the other group of students. This means that successful students in the pre and post test have less wrong preconcepts, and consequently they obtain better marks..*

**Keywords:** *misconceptions, test FCI, pre-test, post-test, force concept inventory.*

---

### **Resumen**

*En este estudio se pretende detectar las carencias previas que tienen los estudiantes en la asignatura de Física, del primer curso y del primer semestre, cuando acceden a la Universidad. La investigación se ha realizado con alumnos de la rama de conocimiento de ingenierías, en la materia de Física. Se ha utilizado el test "Force Concept Inventory", desarrollado por Hestenes. Se ha realizado el test a los estudiantes al llegar a la Universidad (pre-test) y a los mismos alumnos al finalizar la materia. Los resultados de las pruebas se*

*han comparado con las notas al finalizar la asignatura. Se ha podido observar que hay mas aprobados entre los alumnos que superaron el pre-test y el post-test. Esto quiere decir, que los estudiantes que han pasado el test presentan muchos menos preconceptos erróneos y por tanto consiguen sacar mejores notas.*

**Palabras clave:** *preconceptos, test FCI, pre-test, post-test, force concept inventory.*

### **Introducción, Justificación y Objetivos**

Numerosos estudios ponen de manifiesto los problemas que presentan los alumnos para construir un auténtico conocimiento científico. Esto resulta especialmente llamativo si tenemos en cuenta que mucho de los conceptos incorrectos que tienen los estudiantes están siendo explicados a lo largo de toda la etapa de Educación Secundaria, y son mantenidos incluso durante la formación universitaria. (López, 2014).

La Física es uno de los pilares básicos para sustentar la formación de los jóvenes que aspiran a convertirse en futuros Ingenieros. Una estructura mental adecuada, permite incorporar nuevos conocimientos con mucha más seguridad, y además, este aprendizaje será mucho más estable, sólido y duradero (Grizalez, 2002). Existen estudios (Camp, 2010) que demuestran cómo cuando un estudiante posee una serie de preconceptos erróneos, estas ideas dificultan enormemente su aprendizaje posterior.

El objetivo de esta comunicación es analizar y comparar los resultados obtenidos en la asignatura de física de primer curso en diferentes Grados de Ingeniería utilizando el test “*Force Concept Inventory*” (en adelante FCI). Se contrastarán estos resultados con los obtenidos una vez finalizada la enseñanza de la Física, y se correlacionará con las calificaciones obtenidas en la evaluación de la asignatura.

### **Trabajos Relacionados**

El “*Force Concept Inventory*” (en adelante FCI) es un método de detección de preconceptos erróneos desarrollado por Hestenes et al. (1992). Dicho test consiste en una serie de preguntas de opción múltiple sobre el concepto de fuerza en la mecánica de Newton, analizando los siguientes aspectos: cinemática, primera, segunda y tercera ley de Newton, principio de superposición y tipos de fuerzas. Dicho test FCI consta de 29 preguntas y puede encontrarse completo en inglés en Hestenes et al. (1992). En este estudio se ha utilizado una traducción al castellano de dicho test (Palencia et al. 2015), para facilitar una mejor comprensión del texto por parte del estudiante y evitar errores de interpretación.

## Experimentación / Trabajo Desarrollado

El estudio se ha realizado en la Escuela de Ingenierías, en los Grados en Ingeniería Mecánica, Ingeniería en Eléctrica, Ingeniería en Electrónica Industrial y Automática, durante el curso 2014-15. Son alumnos de primer curso y de primer semestre, que cursan la asignatura de Física. La muestra ha sido de 168 estudiantes en el pre-test y de 162 en el post-test.

El test se ha usado en dos ocasiones diferentes: al comienzo de curso (pre-test) y al finalizar la enseñanza (post-test). El pre-test se ha utilizado para detectar las carencias y/o errores previos con los que los estudiantes de Física de primer curso acceden a una Escuela de Ingeniería. El post-test ha permitido comprobar si la enseñanza tradicional sirve para eliminar dichos errores o si es necesario realizar algún esfuerzo adicional o cambiar la metodología utilizada. Posteriormente, se tratará de evaluar si a la finalización del proceso de enseñanza-aprendizaje, se ha podido mejorar estos conceptos asociados a la nota final de la asignatura.

## Principales Resultados

En la Tabla 1.1 se pueden observar los porcentajes de aprobados y de suspensos en el Pre-test, Post-test, y los resultados finales de la asignatura de Física. Se aprecia una leve mejoría después de cursar la asignatura, y un elevado índice de aprobados en la materia final. La explicación a este resultado está relacionado con el contenido de la materia. En el primer semestre, la materia de la asignatura es estática y en el segundo es cuando se imparte la dinámica. Cuando se realiza el post-test es al finalizar el primer semestre. Y el test “FCI”, está basado en conceptos de dinámica. En la Figura 1 se comparan las notas finales de los alumnos que habían superado el test, con los resultados de los estudiantes que no habían aprobado el test.

Tabla 1.1. Porcentajes de los pre-test, post-test y de las notas finales de la asignatura

Calificaciones	Pre-test	Post- test	Nota final asignatura
Aprobados	23 %	27 %	80%
Suspensos	77 %	73 %	20%

Se puede observar como los resultados son mucho más elevados en la situación 1. Los alumnos que han aprobado el test, obtienen mejores resultados que los que no lo han superado.

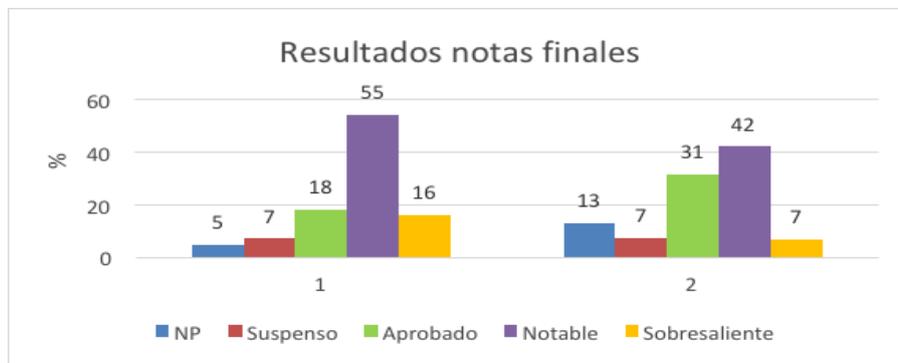


Figura 1. Resultados de las notas finales de la asignatura, en porcentaje. Situación 1: resultados de los alumnos que habían aprobado el test. Situación 2: alumnos que no habían superado el test .

### Conclusiones

Tratando de analizar la dificultad que puede encontrar un universitario en la comprensión de la Física, se ha llegado a la conclusión de la existencia de conceptos erróneos previos que dificultan su proceso de aprendizaje.

No se observa una gran mejoría en los resultados del Pre-test y Post-test, debido a que la materia que se imparte en la asignatura es de estática y las preguntas del test, son de dinámica.

Se puede observar que los resultados de los alumnos que habían aprobado el test (pre y post) han obtenido mejores resultados en la nota final de la asignatura. Se observan unas calificaciones más elevadas.

### Referencias

- Camp, C. & Clement, J. J. (2010). *Preconceptions in Mechanics*. EEUU: American Association of Physics Teachers.
- Grizalez M. A., Bermeo D., Agudelo J. M., Sánchez N. (2002) *Preconceptos y conceptos erróneos acerca de las leyes del movimiento y sus aplicaciones en docentes de educación media que enseñan Física en el Departamento del Caquetá*. Universidad de la Amazonia; Revista Colombiana de Física, Vol. 34, No. 2, 2002.
- Hestenes, D., Wells, M., Swackhamer, G. (1992). *Force concept inventory*. The Physics Teacher, 30, 141-166. doi: 10.1119/1.2343497
- López Díaz M. C. (2014). *Detección de preconceptos erróneos en la materia de Biología entre el alumnado de Educación Secundaria*. Universidad Internacional de La Rioja, Facultad de Educación, Trabajo fin de Máster. Madrid. 54 pp.
- Palencia C., Búrdalo G., Castañón A.M., García-Diez I., Fernández-Raga M. (2015). *Estudio comparativo de diferentes planes de estudio mediante el análisis de preconceptos erróneos en Física*, Actas III Congreso Internacional sobre Aprendizaje, Innovación y Competitividad (CINAIC 2015), 772-777.



## **Innovación para el desarrollo de nueva propuesta de máster semipresencial en prevención de riesgos laborales**

**I. Montero, C. V. Rojas, F. J. Sepúlveda, M. T. Miranda y J. I. Arranz**

Área de Máquinas y Motores Térmicos. Departamento de Ingeniería Mecánica, Energética y de los Materiales. Escuela de Ingenierías Industriales. Universidad de Extremadura (UEx). Av. de Elvas, s/n. 06006 Badajoz (España). {imontero, cvrojas, fjsepulveda, tmiranda, jiarranz}@unex.es

---

### ***Abstract***

*After the teaching of the Master's Degree in Occupational Health and Safety at the University of Extremadura from the 2006/2007 academic year, 100% in-person with a duration of 120 ECTS credits, a series of factors have given rise to a new proposal Master's Degree in occupational risk prevention in the blended version.*

*On the one hand, the predisposition of the UEx with a tendency to look for an offer of master's degrees of an academic course, of high quality and very specific. On the other hand, the bet increasingly clear to expand the educational offer with blended and on-line titles. And finally, the reduction of the number of new students in the last years of teaching has originated to this new proposal. This paper shows the main aspects of the degree, highlighting the new tools for blended learning.*

**Keywords:** *master, blended learning, prevention, risks, work.*

---

### ***Resumen***

*Tras la impartición desde el curso 2006/2007 del Máster Universitario en Seguridad y Salud Laboral en la Universidad de Extremadura de manera 100% presencial con una duración de 120 créditos ECTS se han dado una serie de factores que han propiciado una nueva propuesta de Máster Universitario en prevención de riesgos laborales en versión semipresencial.*

*Por un lado, la predisposición de la UEx con una tendencia a buscar una oferta de títulos de máster de un curso académico, de alta calidad y muy específicos. Por otro lado, la apuesta cada vez más clara por ampliar la oferta formativa con títulos semipresenciales y virtuales. Y finalmente, la reducción del número de alumnos de nuevo ingreso en los últimos años de impartición han dado lugar a esta nueva propuesta. En este trabajo se muestran los principales aspectos de la titulación destacando las nuevas herramientas para la docencia semipresencial.*

*Palabras clave: máster, semipresencial, prevención, riesgos, laborales.*

## **Introducción, Justificación y Objetivos**

El actual marco estratégico de la UE en materia de salud y seguridad en el trabajo (2014-2020) pone de manifiesto la necesidad de reforzar la formación y la investigación científica con el fin de anticipar, determinar y responder a los nuevos riesgos en materia preventiva.

En España, el Instituto Nacional de Seguridad, Salud y Bienestar en el Trabajo (INSSBT) es responsable de actividades de estudio e investigación en materia de prevención de riesgos laborales (PRL). Asimismo, las universidades han asumido un papel fundamental, ya que las funciones como Técnicos Superiores en PRL y su formación se establecen en el RD 39/1997 y RD 337/2010, forzando a títulos universitarios oficiales acreditados por Universidades.

En este sentido, la necesidad de actualización de la formación impartida en PRL a la demanda del mercado y dentro del marco universitario para el curso 2018/2019 se ha realizado en la UEx según las Directrices establecidas por (UEx, 2008) dando lugar al Máster Universitario en Prevención de Riesgos Laborales (MUPRL) que en este trabajo se presenta, cuyo objetivo principal es una versión semipresencial haciendo uso de las nuevas tecnologías de la información y la comunicación (TIC) (con clases mediante videoconferencia-VC-, textos, seguimiento y evaluación online, ...), de alta calidad y con duración de 60 ECTS para la obtención de una especialidad preventiva (tres especialidades con 96 ECTS, al tener 18 créditos específicos cada especialidad: Seguridad en el Trabajo, Higiene Industrial, Ergonomía y Psicología Aplicada). Además, con ella, se pretende mantener la línea de trabajos de investigación en “Seguridad y Salud Laboral” donde ya se han realizado diversas tesis doctorales (Rojas, 2016) y seguir trasladando los resultados de la investigación al mundo laboral mediante la publicación de artículos en revistas, congresos (Rojas, 2014) o libros (Cassini, 2014) de gran valor para el sector de la PRL.

## **Trabajos Relacionados**

El punto de partida del trabajo a desarrollar nace de los resultados obtenidos desde diversas fuentes, entre ellas se destacan las siguientes (disponibles en la web de la Escuela de Ingenierías Industriales (EII) de la UEx<sup>1</sup>):

Actas de las reuniones de la Comisión de Calidad del Título (CCT); Informe Anual de la Titulación realizado por la CCT (Comisión, 2016) durante diferentes cursos académicos; Informe de Autoevaluación y Resolución según Programa ACREDITA (EII, 2016).

En relación a los Informes Anuales de la Titulación, destacar que recogen bajo el cumplimiento de los criterios y directrices del Programa ACREDITA, los recursos

---

<sup>1</sup> <http://eii.unex.es>

materiales y humanos a disposición del título, los resultados de aprendizaje e indicadores de satisfacción y rendimiento de la titulación, incorporando un plan de mejoras interno y externo, apoyándose en encuestas de evaluación del desarrollo de la enseñanza de la CCT tanto a profesores como alumnos y en encuestas de satisfacción de la titulación de la Unidad Técnica de Evaluación y Calidad (UTEC) de la UEx al alumnado, profesores, empleadores y otros.

Por otra parte, el Sistema de Garantía Interna de Calidad (SGIC) de la EII, que cuenta con certificación AUDIT de la ANECA tanto de su diseño (2010) como de su implantación (2016), realiza informes de seguimiento internos que resultan de una especial ayuda para la mejora continua del título y para el cumplimiento de sus objetivos.

Adicionalmente, la experiencia y formación del profesorado de la titulación en docencia virtual propicia el nivel de calidad requerido en esta novedosa versión docente en PRL, siendo además una de las primeras experiencias de formación oficial virtual en la UEx.

Todo lo anterior ha dado lugar a la nueva memoria de verificación del MUPRL para su impartición en la EII a partir del curso 2018/2019, en versión semipresencial, cuya novedad principal radica en su apuesta por el uso de las nuevas TIC.

### **Experimentación / Trabajo Desarrollado**

Para la elaboración del Plan de Estudios de MUPRL se han puesto en marcha una serie de herramientas para permitir la comunicación, consulta y debate entre los órganos implicados en su elaboración y desarrollo. En concreto, las actuaciones llevadas a cabo pueden dividirse en procedimientos de consulta internos (para la definición y elaboración del Plan de Estudios y para su aprobación) y procedimientos de consulta externos (para establecer los contenidos del Plan de Estudios y analizar las competencias y habilidades que las empresas demandan a los egresados). Asimismo, se partió del programa formativo correspondiente al título oficial Máster Universitario en Seguridad y Salud Laboral (MUSSL) impartido actualmente en la EII de la UEx desde el curso 2006/2007 en versión presencial.

La Comisión creada y nombrada en Junta de Escuela para la elaboración del Plan de Estudios del nuevo título (con base en la CCT del MUSSL), estableció una planificación de tareas y una dinámica de reuniones, encuestas y consultas entre los miembros de la comisión, con el equipo directivo de la EII, con áreas de conocimiento y departamentos implicados en la docencia así como con alumnos, empleadores, asociaciones, egresados, administración, entre otros. La información obtenida de las citadas acciones fue muy valiosa para identificar entre otros aspectos aquellos que pudieron influir en la disminución del número de alumnos matriculados realizando una propuesta potencialmente más atractiva al nuevo alumnado.

Así, con las diferentes opiniones sobre los contenidos y la estructura del título y las propuestas planteadas, con especial atención a las competencias de la titulación, entre otros, la Comisión elaboró el nuevo Plan de Estudios de MUPRL, semipresencial, de un año de duración, en 60 ECTS para una especialidad, con un enfoque eminentemente práctico, específico y actual.

Hay que destacar que se trata de un máster semipresencial, por lo que la metodología de formación y aprendizaje utilizada en el mismo pretende potenciar la utilización de las nuevas TIC, materializadas en diversas herramientas concretas como:

-Clases y Tutorías Virtuales mediante VC utilizando sistemas como Adobe Connect, Spontania, OpenMeetings, Webex, u otros sistemas de VC con los que cuenta la UEx.

-Campus Virtual de la UEx, donde se albergará toda la documentación asociada a la titulación de forma general para el MUPRL y particularizada por asignatura: VC-Videos de clases magistrales, Documentación específica de cada materia-asignatura, material de apoyo, Cuestionarios on-line, Casos Prácticos, Foros, Chat, y otros recursos de apoyo.

-Atención Personalizada al alumnado, tanto presencial como virtual a través de foros, chat, VC's de apoyo, etc.

### Principales Resultados

El Plan de Estudios propuesto para el MUPRL tiene una duración de 60 ECTS para una especialidad desarrollado en un curso académico, con una carga lectiva de 30 créditos por semestre. Las asignaturas impartidas tienen una carga en créditos ECTS de 3, 4,5 ó 6. En la siguiente tabla se muestra la Estructura del Plan de Estudios, su secuenciación y distribución global en ECTS:

**Tabla 1.1. Resumen Estructura Plan de Estudios, secuenciación y distribución**

Semestre	Asignatura	ECTS	Carácter
1º	Fundamentos de Prevención de Riesgos Laborales	4,5	Obligatoria
	Medicina del Trabajo y Epidemiología	3	Obligatoria
	Formación e Investigación en Prevención de Riesgos Laborales	3	Obligatoria
	Empresa y Actividad Emprendedora	4,5	Obligatoria
	Principios y técnicas de Seguridad	4,5	Obligatoria
	Principios y técnicas de Higiene	6	Obligatoria
	Principios y Técnicas de Ergonomía y Psicosociología	4,5	Obligatoria
2º	Gestión de la Prevención	6	Obligatoria
	Asignatura I Especialidad	6	Optativa
	Asignatura II Especialidad	6	Optativa
	Prácticas de Empresa	6	PE
	Trabajo Fin de Máster Especialidad	6	TFM

El máster está diseñado con un tronco común obligatorio (36 ECTS) y tres especialidades optativas: Seguridad en el Trabajo, Higiene Industrial y Ergonomía y Psicosociología Aplicada. El alumno debe cursar los módulos obligatorios y elegir, al menos, entre una de

I. Montero, C. V. Rojas, F. J. Sepúlveda, M. T. Miranda y J. I. Arranz

las especialidades propuestas de 12 ECTS cada una con 2 asignaturas de 6 ECTS optativas en cada caso. Adicionalmente debe realizar el TFM asociado a la especialidad y las Prácticas Externas, de 6 ECTS en cada uno de los casos.

Asimismo, como aspectos destacados de la formación, se desarrolla un material docente de apoyo en la docencia con el uso de las nuevas TIC, basado en grabaciones de clases, videotutoriales, textos y cuestionarios on-line, herramientas de gamificación, etc.

### **Conclusiones**

La nueva titulación propuesta de MUPRL recoge mejoras subsanando ciertas necesidades y carencias detectadas, potenciando los puntos fuertes de la actual titulación y apoyándose en las nuevas TIC. Todo esto se materializa en un título oficial semipresencial (de los primeros a implantar en la UEx) estructurado en asignaturas con 60 ECTS para una especialidad desarrollado en un curso académico o con la posibilidad de obtención de las tres especialidades preventivas con 96 ECTS.

El uso de las TIC en tres aspectos principales: docencia con VC's, campus virtual y seguimiento personalizado basado en estas tecnologías, han propiciado una propuesta que se considera puede tener mayor atractivo en los potenciales alumnos posibilitando el acceso a recién titulados o a trabajadores e incluso mejorando la internalización del programa.

Asimismo, la estrecha relación con empresas e instituciones del sector de la PRL aportan un conocimiento a los egresados más cercano del mercado real existente y con aspectos más transversales como políticas de empresa, requerimientos legales, campañas de Inspección de Trabajo y Seguridad Social, etc. Por último, la existencia de un línea de investigación de "Seguridad y Salud Laboral" permitirá continuar con el acceso directo de los egresados a los estudios de tercer ciclo.

### **Referencias**

- Cassini Gomez de Cádiz, J. (2014). *Practicum Prevención de Riesgos Laborales*. Editorial Thomson Reuters – Lex Nova. ISBN: 9788498989380.
- Comisión de Calidad del Máster Universitario en Seguridad y Salud Laboral. (2016). *Informe Anual de la Titulación 2015-2016*. <https://goo.gl/2i1nKm>.
- Escuela de Ingenierías Industriales (2016). *Informe de Autoevaluación*. Programa ACREDITA-ANECA. <https://goo.gl/DGrLtL>.
- Rojas, C.V. (2016). *Valoración del riesgo por inhalación de gases en industrias vinícolas de la provincia de Badajoz*. Tesis doctoral con la Mención de "Doctor Internacional". UEx.
- Rojas, C.V., Miranda, T., Montero, I., Arranz, J.I., Sepúlveda, F. J., Nogales, S., García, T. (2014). *Evaluación cualitativa de la exposición a dióxido de azufre en la elaboración de vino*. ORP2014.
- Universidad de Extremadura. (2008). *Directrices para el diseño de titulaciones de la UEx en el marco del Espacio Europeo de Educación Superior*. <https://goo.gl/wTJYU4>.

26 Congreso Universitario de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas (2018)



## El círculo de Mohr y la innovación docente en Educación Superior

A. Díaz<sup>a</sup>, I.I. Cuesta<sup>a</sup> y J.M. Alegre<sup>a</sup>

<sup>a</sup>GID UBU HERIN, Escuela Politécnica Superior, Universidad de Burgos, Avenida Cantabria s/n, 09006 Burgos

---

### **Abstract**

*Within the framework of the European Higher Education Area it is possible to establish three major criteria that have led Spanish universities to create their own virtual platforms: didactic flexibility, ease of use and technological flexibility. In engineering environments, development of multimedia tools by educators is specially interesting to facilitate students' understanding of many engineering concepts. In the present work, a multimedia tool for stress state representation, based on the Mohr Circle, has been developed. The main objective is to improve the student's comprehension of stress fields.*

**Keywords:** *Stress state, Higher Education, Mohr Circle*

---

### **Resumen**

*En el contexto del Espacio Europeo de Educación Superior es posible establecer tres grandes criterios que han llevado a las universidades españolas a crear sus propios campus virtuales: la flexibilidad didáctica, la facilidad de uso y la flexibilidad tecnológica. En entornos de ingeniería, el desarrollo de herramientas multimedia por parte de los docentes cobra un especial interés para facilitar la comprensión por parte del alumnado de ciertos conceptos ingenieriles. En el presente trabajo se ha desarrollado una herramienta multimedia para la representación de estados tensionales basada en el Círculo de Mohr. Con ello se pretende como principal objetivo mejorar la comprensión por parte del estudiante en lo referente a campos tensionales.*

**Palabras clave:** *Estado tensional, Educación Superior, Círculo de Mohr.*

## **Introducción, Justificación, Objetivos y Trabajos Relacionados**

Actualmente, la aplicación de las TIC a la Educación Superior está cobrando cada vez mayor importancia. Donde los objetos didácticos son su piedra angular, los cuales consisten básicamente en fragmentar los contenidos educativos en unidades modulares independientes de esta manera pueden ser reutilizadas en distintos entornos y por diferentes aplicaciones, Wiley (2000) y Sanchez (2005). Dichos objetos se han convertido hoy por hoy en el elemento central del diseño de contenidos docentes en los entornos de trabajo virtual basados en Moodle en la mayoría de las universidades españolas.

En este sentido, la Universidad de Burgos implantó un nuevo campus virtual (UBUVirtual), basado en Moodle, en el curso 2009-2010 para las nuevas titulaciones de Grado y Máster (Abella, 2011). Moodle es un proyecto en continuo desarrollo, cuya base pedagógica subyacente se sitúa dentro del constructivismo social (colaboración, actividades...), pudiendo favorecer también el aprendizaje social y el aprendizaje activo (Ferdig, 2007).

Según The Learning Technology Standards Committee Learning Objects (2000) los objetos didácticos se pueden definir como cualquier entidad, digital o no digital, que puede ser usada y reutilizada durante el aprendizaje. O bien, se pueden definir según Wiley (2000) como cualquier recurso digital que puede ser usado y reutilizado para apoyar el aprendizaje, como por ejemplo: fotos animaciones, videos o presentaciones digitales (power point).

El objetivo principal del presente trabajo es desarrollar una herramienta multimedia para la representación de estados tensionales basada en el Círculo de Mohr. Con ello se pretende mejorar la comprensión por parte del estudiante en lo referente a campos tensionales.

## **Experimentación / Trabajo Desarrollado**

Tal y como se ha comentado el desarrollo de herramientas multimedia por parte de los docentes, especialmente en entornos de ingeniería, cobra un especial interés para facilitar la comprensión por parte del alumnado de ciertos conceptos ingenieriles. En el presente trabajo los docentes de la asignatura “Elasticidad y Resistencia de Materiales” de 2º curso del Grado en Ingeniería Mecánica de la Universidad de Burgos han desarrollado una herramienta multimedia para la representación de estados tensionales basada en el Círculo de Mohr para facilitar la comprensión de los campos tensionales por parte de los estudiantes.

El Círculo de Mohr es una técnica usada en ingeniería y geofísica para representar gráficamente un tensor simétrico (de 2x2 o de 3x3) y calcular con ella deformaciones y tensiones, adaptando los mismos a las características de una circunferencia (radio, centro, entre otros). También es posible el cálculo del esfuerzo cortante máximo absoluto y la deformación

máxima absoluta. Este método fue desarrollado hacia 1882 por el ingeniero civil alemán Christian Otto Mohr.

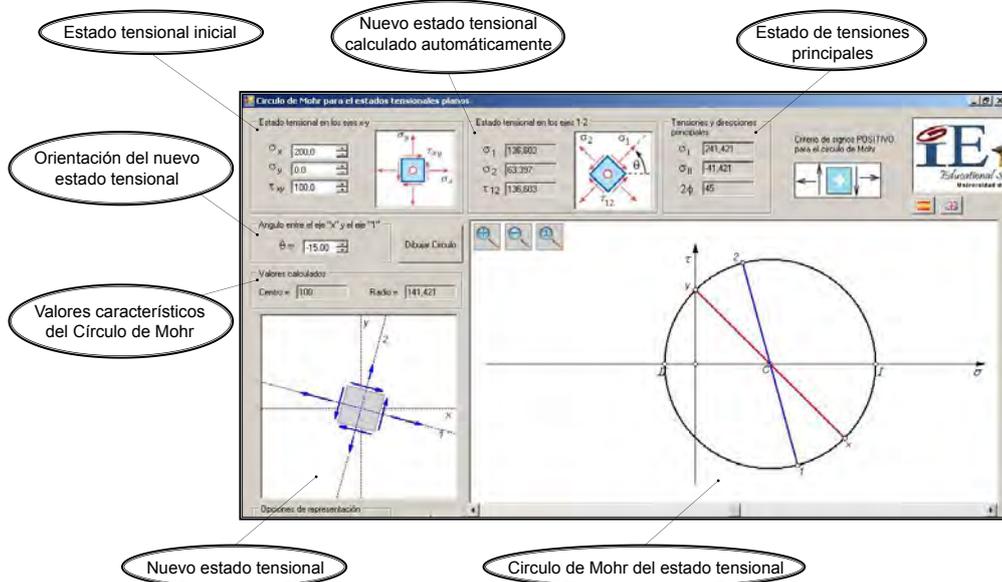
El círculo de Mohr se dibuja en un sistema de ejes perpendiculares con el esfuerzo cortante marcado en el eje vertical y el esfuerzo normal en el eje horizontal.

En dos dimensiones, el Círculo de Mohr permite determinar la tensión máxima y mínima, a partir de dos mediciones de la tensión normal y tangencial sobre dos ángulos que forman 90°.

### Principales Resultados

La Figura 1 muestra el aspecto de la pantalla principal de la herramienta multimedia desarrollada basada en el Círculo de Mohr. En ella se puede introducir el estado tensional de un punto en tensión plana y representa automáticamente el correspondiente Círculo de Mohr. También calcula los valores característicos del círculo así como el estado de tensiones principales.

Figura 1 Herramienta multimedia desarrollada



Además, se puede introducir una nueva orientación del punto a través de un determinado ángulo y la herramienta devuelve el nuevo estado tensional correspondiente de manera automática. De este modo el estudiante podría solucionar cualquier ejercicio de estados tensionales.

Hay que hacer notar que el ejercicio también podría ser resuelto de manera manual por el estudiante empleando las fórmulas matemáticas vistas durante la docencia reglada de la asignatura de Elasticidad y Resistencia de Materiales del 2º curso del Grado de Ingeniería Mecánica impartido en la Universidad de Burgos.

De esta manera podría comprobar rápidamente si ha adquirido la destreza suficiente en el manejo del Círculo de Mohr afianzando sus conocimientos para abordar con éxito las diferentes pruebas de evaluación de la asignatura. Por lo que el software multimedia desarrollado se puede considerar como una herramienta útil para el aprendizaje de los estudiantes.

### **Conclusiones**

Como principal conclusión se puede destacar la gran versatilidad del software multimedia desarrollado ya que puede ser empleado por el estudiante tanto como una herramienta de comprobación de resultados obtenidos de manera manual como para obtener resultados tensionales directamente.

Por lo que se puede considerar como una herramienta extremadamente útil para el aprendizaje de los estudiantes del Grado en Ingeniería Mecánica o incluso de otros Grados que empleen el Círculo de Mohr como herramienta para la representación del estado tensional de un elemento en tensión plana.

### **Referencias**

- Abella V., López C., Ortega N., Sánchez P. & Lezcano F. (2011). *Implantación de UBUVirtual en la Universidad de Burgos: Evaluación y expectativas de uso*. Edutec-e, Revista Electrónica de Tecnología Educativa, 38.
- Ferdig R. (2007). *Examining social software in teacher education*. Journal of Technology and Teacher Education, 15 (1), pp. 5-10.
- LTSC (2000). Learning Technology Standards Committee website. Disponible en: <http://ltsc.ieee.org/wg12/>.
- Sánchez S. (2005). *Diseño y uso de objetos didácticos basado en contratos*. Tesis Doctoral. Madrid.
- Wiley D. A. (2000). *Connecting learning objects to instructional design theory: a definition, a metaphor, and a taxonomy*. En D.A. Wiley (Ed.), The Instructional Use of Learning Objects. Disponible en: <http://reusability.org/read/chapters/wiley.doc>

**A**

A. Suárez, Alberto	823
Adrián de Ganzo, María Del Cristo	1339
Aguado Sierra, Sonia	1114
Agüero Calvo, Ramón	943
Alarcia, Esperanza	708
Alarcón, Diego	1326, 1302
Alarcón-Gómez, Juan Ramón	308
Albarracin, Ricardo	1066
Alcañiz Fillol, Miguel	521
Aldasoro Alustiza, Juan Carlos	1076
Alegre, Jesús Manuel	1359
Alegria, Natalia	1249
Alía, Cristina	1
Almaraz, Cristina	493
Alonso Fernández-Coppel, Ignacio	221
Alonso García, Miguel Aurelio	931
Alonso González, Jorge	418
Alonso Orcajo, Gonzalo A.	284
Alonso, Leticia	1200
Alonso-Martinez, Mar	547
Álvarez Antón, Juan Carlos	505
Alvarez Cabal, José Valeriano	158

*Índice de autores*

Álvarez Cuervo, Rafael	418
Alvarez Fernandez, Inmaculada	276
Álvarez García, Ignacio	339, 883
Álvarez Gil, Nicolás	43
Alvarez Lopez, Yuri	1322
Alvarez Suarez, Alberto	96
Álvarez Vázquez, Adrián	559
Álvarez, Pablo	600
Álvarez-Álvarez, Eduardo	36
Alvarez-Rabanal, Felipe Pedro	547
Amat, Ana M <sup>a</sup>	833
Andina, Diego	1054, 1087
Anseán González, David	505
Antón, José Manuel	1087
Aparisi Torrijo, Javier	579
Apiñaniz-Fernandez de Larrinoa, Estibaliz	12, 743, 772
Aranda, María Del Carmen	1042
Arboleya, Ana	1200
Arias Pérez de Azpeitia, Manuel	296, 863, 1245
Arques Sanz, Antonio	833, 854
Arriba Rodríguez, Lorena De	158, 718
Arrospide-Zabala, Eneko	1264
Arroyo Varela, Silvia	1042

Artano, Karmele	327
Atorres, Itziar	686
Ayuga-Téllez, Esperanza	1214
Azcondo Sánchez, Francisco Javier	943
<b>B</b>	
Baeza-Carmona, Jesús	1344
Balderas, Antonio	116
Ballester Sarrias, Enrique	792
Balsas Almagro, Jose Ramón	1280
Balvís, Eduardo	1326
Barreiro, Joaquín	567
Barrio Perotti, Raúl	349, 644, 762
Bayón Arnau, Luis F.	84, 243
Bedoya, Maria Alejandra	77
Bendaña, Ricardo	1326
Benito, Sonia	686
Blanco Caballero, Moisés	221, 953
Blanco Fernández, David	883
Blanco Marigorta, Eduardo	36, 349, 644, 762
Blanco Viejo, Cecilio	505
Blanco, Raquel	116
Blázquez, Elidia Beatriz	1042
Boigues, Francisco J.	406

*Índice de autores*

Bolta Escolano, Adelina	1318
Bonhomme, Jorge	1225
Boyano, Ana	658
Brozos-Vázquez, Miguel	1308
Burgal-Ventura, M <sup>a</sup> Del Mar	804
Busto Parra, Bernardo	1245, 975
<b>C</b>	
Cabezas Martínez, Juan José	875, 1157, 1204
Cabrera García, Suitberto	792
Caja, Jesús	1
Calderón Godoy, Manuel	931, 1106, 1144
Calduch-Losa, Ángeles	1102
Campelo, María Piedad	146
Canito Lobo, José Luis	1163, 931
Cano Rodríguez, José M.	284
Cantonnet Jordi, María Luisa	1076
Capilla Lladró, Roberto	521
Carballeira, Javier	696
Carballo, Fernando	534
Carmona Fernández, Diego	1163, 931, 1144
Carou Porto, Diego	1290
Carranza-Macia, Tomás	804
Carrasco Amador, Juan Pablo	1163, 931

Carrasco García, Ángeles	1019
Carrillo, Isabel	1066, 1118
Carrion Ruiz Peinado, Miguel	55
Carvajal Trujillo, Elisa	385, 815
Casilari Pérez, Eduardo	1122
Castañón, Ana M.	1350
Castellanos Alonso, Alejandro	1126
Castro Sastre, Maria De Los Ángeles	567
Castro, Ignacio	863
Castro, Juan Carlos	1302
Castro, Paula M.	1294
Castro-Sastre, María-Ángeles	373
Cereijo Viña, Juan	665
Cerezo-Narváez, Alberto	804, 1344
Cifuentes Bulte, Hector	1331
Claver, Juan	1148
Cobo Diaz, Teresa	96
Cobo Plana, Juan M.	96
Conde Portilla, Olga María	943
Conejero, Alberto	1326
Coque, Jorge	106, 895
Corcoba, Víctor	231, 985
Cortizo Rodríguez, Jose Luis	186, 1298

*Índice de autores*

Cuenca-Gotor, Vanesa Paula	588
Cuesta, Isidoro Iván	1359
<b>D</b>	
Dapena, Adriana	1308, 1294
De Andrés, José Ramón	1042
De Castro-Cabrera, M.Carmen	127
De Cózar, Oscar	1042
de La Maya Retamar, José David	1106, 1144
de Lama Burgos, Carlos	450, 73
de Tiedra, M. Del Pilar	1110
Del Coz-Díaz, Juan Jose	547
Del Pino, Carlos	1042
Delgado-Tercero, Ruperta	12, 743, 772
Díaz Estrella, Antonio	1130
Díaz González, Juan	883
Díaz, Andrés	1359
Díaz, Irene	482
Díaz, Mariel	1230
Dionis Melián, Alexis	1339
Domenech Miro, Alicia	854
Dominguez Martin, Ruth	55
Dominguez-Jiménez, Juan José	127, 804
Domínguez-Mayo, Francisco José	116

Dorado Vicente, Rubén	1290
Duarte Cruz, Elena	418
<b>E</b>	
Eliche, Dolores	1280
Eloy Álvarez, Cesar	665
Enríquez, J.G.	116
Escrivá-Escrivá, Guillermo	394
Espina Valdés, Rodolfo	36
Espinós-Capilla, Ana	1152
Esteban, Gustavo	1249
Esteve Sendra, Chele	579
Estevez Estevez, Elisabet	1280
Estruch, Vicente D.	406
Ezzitouni, Samir	361
<b>F</b>	
F. Cabanas, Manés	284
Fabregat, Joaquín	1087
Fernández Abia, Ana Isabel	567
Fernández Álvarez, Humberto	975
Fernández de Córdoba, Pedro	1326, 1302
Fernández Fernández, Pelayo	559
Fernández Gutiérrez, Manuel José	665, 1126
Fernández Linera, Francisco	296

*Índice de autores*

Fernández Oro, Jesús Manuel	349, 644
Fernández Pulido, Yoana	505, 43
Fernández Rodríguez, María Del Rocío	186
Fernández Rodríguez, M <sup>a</sup> Rocio	1298
Fernández, Alberto	1042
Fernandez, Miguel	1200
Fernández, Pelayo	612
Fernández, Rocío	1066
Fernández, Tomás	943
Fernandez, Unai	658
Fernández-Abia, Ana-Isabel	373
Fernández-Raga, María	1350
Fernando Velázquez, Marisa	919
Florez, Diego A.	633
Fortuny Ayuso, Pedro	84, 243
Francisco J., Santos	784
Fuster-Roig, Vicente	394
<b>G</b>	
G. Normiella, Joaquín	284
Galdo-Vega, Mónica	349
Gallego Alvarez, Francisco Javier	1280
Gallego, Raquel	1230
Gámez, Juan	534

García Berdonés, Carmen	842, 113
García Breijo, Eduardo	1171
García Collado, Alberto	1290
García Díaz, José Antonio	167
García Fernández, María	1322
García Fernández, Víctor Manuel	430
García García, María A.	106, 255
García Lagos, Francisco	1130
García Martínez, Alberto	186, 1298, 883
García Melero, Manuel E.	284
García Prieto, Marián	1196
García Terán, José María	961, 1241
García, Daniel	863
García, Francisco	997
García, Javier	231
García-Berdones, Carmen	1122
García-Contreras, Reyes	361
García-Yeguas, Araceli	127
Gascó, Gabriel	1087
Gento, Angel Manuel	198
Gil Sánchez, Luis	521, 1171
Gil, Isabel	1066
Giménez, Marcos H.	588

Giménez-Palomares, Fernando	439, 1152
Giraldo De Lopez, Marisela	77
Goikoetxea Larrakoetxea, Nestor	461
Gómez Limón, Dulce	1087
Gómez, Arántzazu	361
Gómez-Fernández, Fernando	1350
Gómez-Ramos, Almudena	146
Gómez-Tejedor, José Antonio	588
González Alonso, Maria Inmaculada	567
González Aurignac, Esther	579
González Lamar, Diego	296, 1245, 1276
González Leonardo, Elena	1096, 1091
Gonzalez Mosquera, Marta Elena	1114
González Pérez, José	644
González Rodríguez, Manuel	1106
González Torre, Pilar L.	255
González Vega, Manuela	505, 907
Gonzalez, Cristina	450, 73
González, Miguel Ángel	1134
González-Alonso, María-Inmaculada	373
González-Caballín-Sánchez, Juan M.	36
González-García, Concepción	1214
González-Medina, Raúl	1204

Gonzalez-Torre, Pilar	106, 823, 895
Gorria, Pedro	600
Gracia Rodríguez, Javier	1245, 975, 612
Granda, Juan C.	231, 985
Grau Ribas, José M <sup>a</sup>	84, 243
Grau, Juan	1087
Grimalt Navarro, Elena	792
Guadix, José	815
Guerra, Antonio Jesús	1042
Gurtierrez, Gemma	676
Gutiérrez-Trashorras, Antonio José	36
<b>H</b>	
Herguedas, Mar	1134
Hernáiz, Moises	1302
Hernandez-Garrastacho, Zenaida Aurora	547
Hernando, Marta María	296
Herrero Reder, Ignacio	1130
Herrero, Isabel	1183
Hervás Avilés, Rosa María	621
Higón, José Luis	1326
Hipólito Ojalvo, Francisco De Asís	931
Huidobro Rojo, José Ángel	907
Hurtado, Nuria	116

**I**

Ibañez Civera, Javier	521
Iglesias Martínez, Enrique	418
Infantino, Vincenzo	1241
Iradi Arteaga, Jon	1076
Irurrate Mendieta, Mikel	461
Isidro, José María	1326
Iturrondobeitia, Mainer	1183

**J**

Jaramillo Morán, Miguel Ángel	931
Jimbirt, Pello	1183
Jiménez Meana, Jorge	1031
Jiménez-Mocholí, Antonio José	1152
Jiménez-Perálvarez, Jorge David	67
Jiménez-Ramírez, Andrés	116
José Prieto, Miguel Ángel	339

**L**

Laguarda Miró, Nicolás	792
Lamela Rey, María Jesús	559
Landeta-Manzano, Beñat	1264
Lapuebla-Ferri, Andrés	439, 1152
Las-Heras Andrés, Fernando	1322
Latorre, Ricardo	1118

Laviada, Jaime	1200
Laz Pavón, Maria Milagros	1256
Ledo Navas, Carlos	953
Liberos, Marian	1204
Lineros, Miriam	534
Lizundia Fernandez, Erlantz	461
Llorente, Julian	534
López Brugos, José Antonio	43
López García, Rafael	1290
López Gayarre, Fernando	975, 75
López, Carmen	493
López, Jaime	1183
López, Mario	612
Lopez-Colina Pérez, Carlos	750
López-Cózar, Cristina	686
López-Gómez, Julio Alberto	1019
Lopez-Guede, Jose Manuel	12
Loredo, Enrique	997
Lorenzana Ibán, Antolín	961, 1241
Losada, Rocío	146
Lozano García, Miguel	750
Lozano Ruiz, José Antonio	1054

**M**

M Del Pilar, De Tiedra	784
Macias, Miguel	815
Magdaleno González, Álvaro	961, 1241
Manuel, San Juan	784
Manzanares Cañizares, Carlos	450, 73
March Leuba, Elisa	579
Marcos Acevedo, Jorge	134
Marcos Romero, Alfonso Carlos	1163
Maresca, Piera	1
Marín, Marta	1148
Martin Blanco, Mario	1126
Martín Bravo, M <sup>a</sup> Ángeles	919
Martín Pernía, Alberto	339
Martín Rubio, Irene	1054, 1087
Martín, Kevin	863
Martín, Óscar	784, 1110
Martínez Pellitero, Susana	567
Martínez, Fátima	1312, 176
Martínez, Juan A.	316
Martínez, Oscar	1134
Martinez, Pilar	327

Martín-Ramos, Juan A.	316
Martin-Rodriguez, Angel	547
Marzal, Silvia	1204
Masaguer, Alberto	686
Masot Peris, Rafael	521
Mata Cabrera, Francisco	1019
Mata, Carmen	361
Matos, Maria	676
Meana-Fernández, Andrés	349, 644
Medina Quesada, Angela	1280
Medina Rojas, Silvia	1087
Medina Sánchez, Gustavo	1290
Meiss, Alberto	473, 21
Mejías-Delgado, Fernando	804
Menargues, Sergi	267
Méndez, Ana	1087
Menéndez-Blanco, Alberto	349
Merino Sanjuán, Lola	1008
Merino, Manuel	1
Mesanza, Amaia	772
Mesanza-Moraza, Amaia	12, 743
Michinel, Humberto	1326
Millán, Laura	1066

*Índice de autores*

Molleda, Julio	231
Mollón, Victoria	1225
Monsoriu-Serrá, Juan Antonio	439, 588, 1152
Montero, Irene	1354
Montes Gutiérrez, Jorge	953
Moratiel, Rubén	1087
Moreno-Díaz, Cristina	1
Moros Valle, Begoña	167
Moya, Maria Victoria	1042
Muniz Calvente, Miguel	559, 612
Narbón, Julián	1
<b>N</b>	
Navarro Manso, Antonio	762
Navarro, Rosa	1237
Navarro-Pardo, Esperanza	1302
Nicolás Ros, Joaquín	167
Nuere, Silvia	1
Núñez, Milagros	1066
Nuño García, Fernando	339
Nuño, Pelayo	985
<b>O</b>	
Ocaña, Rosa	1
Olguin Pinatti, Cristian	521

Oliveira, José Alberto	1312, 176
Ortega Valera, Antonio	875, 1157, 1204
Otero Corte, José Aurelio	84, 243
Otero-Mateo, Manuel	804, 1344
Oulego, Paula	676
<b>P</b>	
Pablos, Marta	1284
Padilla Marcos, Miguel Ángel	210, 473
Palacio Muñiz, Antonio	1031
Palencia, Covadonga	1350
Palencia, Pedro	1312, 176
Palomo Guerrero, Daniel	385
Pandal Blanco, Adrian	762
Pando, Pablo	1245, 975
Paredes Sánchez, José P.	907
Pareja, Alvaro	815
Parra Gonzalo, Eduardo	953
Parrondo Gayo, Jorge	762
Pascual, Jose Antonio	198
Pastor-Fernández, Andrés	804, 1344
Patrao Herrero, Iván	875, 1157
Pedrayes González, J. Francisco	284
Peña Alonso, Patricia	255

Peña Martín, Juan Pedro	842, 1130, 1122
Peña Navarro, Amanda	1339
Peña-Lang, María Begoña	1264
Peñalva, Igor	1249
Pereira, María José	1308
Pérez Barreiro, Cristina	919
Perez, Jaume	267
Pernía, Alberto M.	316, 883
Pisano, Jesús Angel	708
Ponte Blanco, Borja	43
Portela-Núñez, Jose María	1344
Prendes Gero, Maria Belen	276
Prieto, Miguel J.	316, 883
Puente, Jorge	231
Puyuelo Cazorla, Marina	1008, 579
<b>R</b>	
R. Rogina, María	296, 1276
Ramos-Hernanz, Jose Antonio	12, 743, 772
Redondo, Alfonso	198
Rico, Margarita	146
Ríos Fernández, Juan Carlos	1335
Rios Jimenez, Jose D.	1331
Rivas, Montserrat	600

Robles, Rita María	146
Roces García, Jorge	418
Rodríguez González, Marta	1245
Rodríguez Méndez, Diego	931
Rodríguez Montequín, Vicente	158
Rodríguez, Alberto	296, 1276
Rodríguez, Alejandro	1042
Rodríguez, Juan	296, 1276
Rodríguez-Conde, Sofia	1134
Rodríguez-González, Pablo	373
Rodríguez-Muñiz, Luis J.	482
Rodríguez-Rapso, Ana	1308
Rojas García, Carlos H.	284
Rojas, Carmen	1354
Roldán-Blay, Carlos	394
Roldán-Porta, Carlos	394
Roses Albert, Eduardo José	875, 1157
Rosillo Camblor, Rafael	43
Rubio, Eva Maria	1148
Rubio, Ramon	1230, 1196
Ruiz de Arbulo-López, Patxi	1264
Ruiz Santos, M <sup>a</sup> Del Mar	243
Rus-Casas, Catalina	1280

**S**

Saa-Requejo, Antonio	1087
Saeed, Mariam	863
Sáiz, Asier	146
Salinas, Isabel	588
Samper Martínez, M. Amparo	24
San Martín Ojeda, Moisés	953
Sánchez Báscones, M <sup>a</sup> Isabel	919
Sanchez Diaz, Carlos	521
Sánchez Lasheras, Fernando	665, 1126
Sánchez Lite, Alberto	221, 953
Sánchez, Belén	267
Sánchez, Isidro	1237
Sánchez, José A.	985, 718
Sanchez-Alzola, Alberto	127
Sanchidrián, Alberto	1
Sanchis, Enrique	308
Sancho-Saiz, Javier	12, 743
Sandía, Jesús	1204
San-Juan, Manuel	1110
Sans, Juan Ángel	588
Santos Juanes, Lucas	833, 854
Santos, Francisco	1110

Sañudo-Fontaneda, Luis Angel	547
Sebastián, Javier	296, 1276
Segura-Heras, Isidoro	394
Sepúlveda, Francisco José	1354
Serrano López, Miguel A.	750
Serrano Ortega, M <sup>a</sup> Luisa	1031
Serrano Sanz, Jose Andrés	953
Sierra Uria, Egoitz	461
Sierra Velasco, Jose Manuel	186, 1298
Sierra, María R.	482
Sirgo Blanco, José Ángel	339, 883
Solaberrieta Mendez, Eneko	461
Solaz Benavent, M. Teresa	24
Soriano, José Antonio	361
Souto-Salorio, María José	1294, 1308
Suárez Cuevas, Marta	665
Suarez Dominguez, Francisco	276
Suárez Ramón, Inés	907
Suárez Rodríguez, Pedro M <sup>a</sup>	84, 243
Suárez Serrano, Eugenia	823
Suárez, Francisco J.	231, 985
Suárez-Cabal, Maria J.	231
Suárez-López, María J.	36

Suñer Martínez, Josep Lluís	696
<b>T</b>	
Taberner Magro, Vanessa	1114
Tarquis, Ana María	1087
Tarrio Tobar, Ana Dorotea	1308
Tazo-Herran, Inmaculada	12, 658, 743
Toledo, Nerea	1183
Tormo Sevilla, Enrique	1318
Torres Garcia, Miguel	385, 815
Toval Álvarez, Ambrosio	167
Trevejo Alonso, Juan Antonio	665
Trujillo Aguilera, Davinia	842
Trujillo Aguilera, F. Davi	1122
Tuya, Pablo J.	231
<b>U</b>	
Usamentiaga, Ruben	231
<b>V</b>	
Val Fiel, Mónica	1008, 579
Valiño Riestra, Gonzalo	883
Valor Valor, Margarita	579
Vázquez, Aitor	296, 1276
Vazquez, Carlos	1200
Vázquez-Araujo, Francisco J.	1294

Velasco, Jacobo	1110
Vercher Pérez, Rosa Francisca	833, 854
Verde, Ana	1284
Vicéns Moltó, José Luis	621
Vicente, Rafael	833
Vidal, Anna	406
Viera Pérez, Juan Carlos	505
Villahoz, María	146
Villar, Rosalía	1148
Villazón Suárez, Marta María	186, 1298
Villegas, Pedro J.	316
<b>Z</b>	
Zamora Parra, Blas	621
Zapico-García, Pablo	373
Zarate Miñano, Rafael	55
Zornoza, Emilio	1237
Zuluaga Gómez, Juan Pablo	339
Zulueta Pérez, Patricia	221, 953
Zulueta, Ekaitz	658



Universidad de Oviedo  
*Universidá d'Uviéu*  
 University of Oviedo

ORGANIZACIÓN



CONFERENCIA DE DIRECTORES  
 DE ESCUELAS DE INGENIERÍA  
 DE AMBIENTE INDUSTRIAL

COLABORADORES

