

# 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

*Índice de ponencias*

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



## 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.

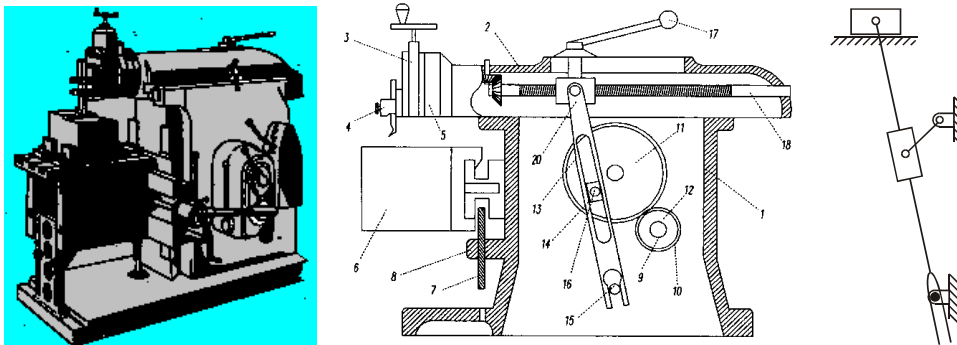
## **Metodología**

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.

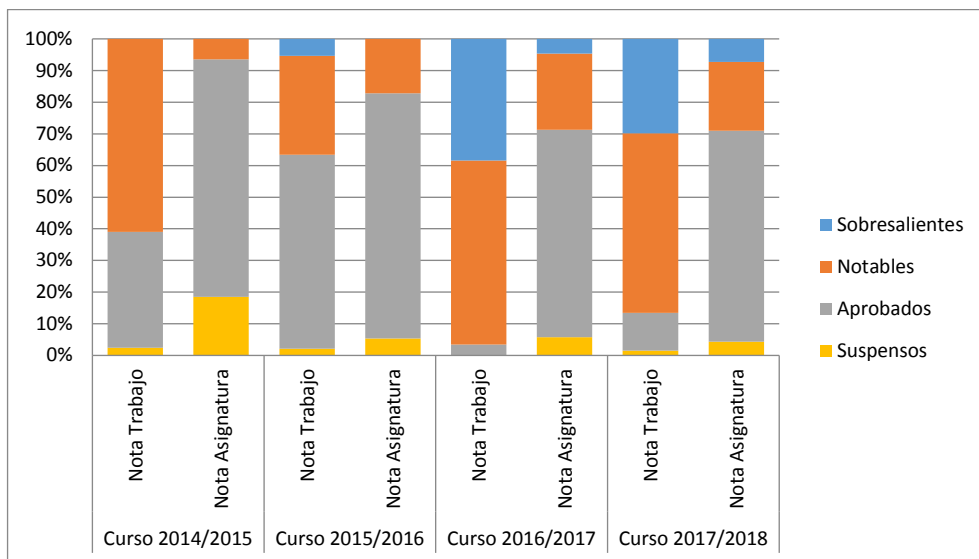
**Figura 3. Modelos de mecanismos, construido por impresión 3D, virtual y recuperado**



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.