

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 ^{er} 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 & 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



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, rodriguezalberto@uniovi.es, ariasmanuel@uniovi.es,
vazquezaitor@uniovi.es, rodriguezjuan@uniovi.es, rodriguezmaria@uniovi.es, linera@uniovi.es,
mmhernando@uniovi.es y 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)
Diseño de Sistemas Electrónicos Analógicos	3	6	- Diseño de un filtro analógico de segundo orden con Matlab, simulado con LTspice y verificado con Analog System Lab Kit (no real).
Dispositivos Electrónicos Programables	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).
Diseño de Sistemas Electrónicos de Potencia	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).
Electrónica de Comunicaciones	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.

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.

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).

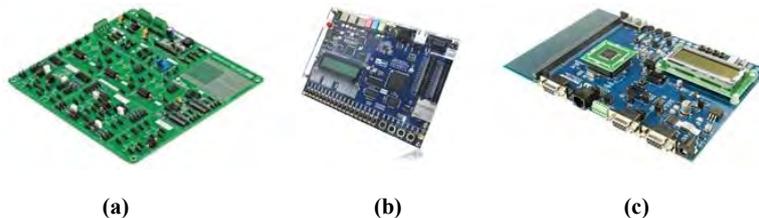
En el caso de la asignatura Diseño de Sistemas Electrónicos Analógicos se le propone a cada alumno el diseño teórico y simulación de un filtro analógico de segundo orden. Para ello, desarrollan el modelo matemático, que posteriormente concretan en una hoja de cálculo Matlab (herramienta con la que están 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 necesiten 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

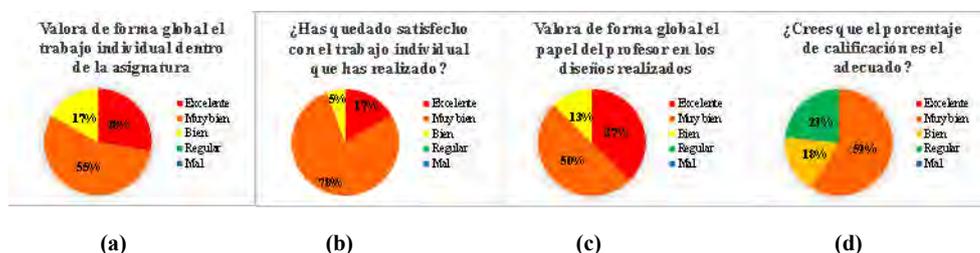
dimensiones clave: aprendizaje obtenido diseñando, autogestión de tiempo y recursos, motivación centrada en acometer diseños, etc.

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