

CUIEET

Gijón

Gijón,
25, 26 y 27 de
junio 2018

XXVI Congreso Universitario de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas

Escuela Politécnica de Ingeniería de Gijón

LIBRO DE ACTAS



Universidad de Oviedo
Universidá d'Uviéu
University of Oviedo



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

© Universidad de Oviedo, 2018

ISBN: 978-84-17445-02-7

DL: AS 1893-2018

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

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

Tendencias en la innovación docente en enseñanzas técnicas: análisis y propuesta de mejoras para la asignatura Mecánica de Fluidos	349
Diseño y puesta en marcha de una práctica docente basada en recuperación de energía térmica mediante dispositivos termoeléctricos	361
Caso de estudio en el procedimiento de un grupo de estudiantes cuando se aplica Evaluación Formativa en diferentes materias de un Grado de Ingeniería	373
Visionado de vídeos como actividad formativa alternativa a los experimentos reales	385
Utilización de vídeos <i>screencast</i> para la mejora del aprendizaje de teoría de circuitos en grados de ingeniería	394
La invasión de los garbanzos	406
Evolución del sistema de gestión de prácticas eTUTOR entre los años 2010 y 2017	418
Implementación de juegos educativos en la enseñanza de química en los grados de ingeniería	430
Trabajando interactivamente con series de Fourier y trigonométricas	439
Aproximación de las inteligencias múltiples en ingeniería industrial hacia una ingeniería inteligente	450
Cooperando mayor satisfacción. Experiencias de dinámicas cooperativas en 1 ^{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 “ <i>engineers</i> ”. 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



**Aprendizaje Orientado a Proyectos Integradores y
Perfeccionamiento del Trabajo en Equipo
Caso - Máster Erasmus Mundus en Ingeniería Mecatrónica**

**Juan Zuluaga-Gómez^a, Miguel J. Prieto^b, Fernando Nuño^b, Alberto M. Pernía^b,
Ignacio Álvarez^c, José Á. Sirgo^c**

^aUniversidad de Oviedo, Ing. Estudiante de Master EU4M, ^bUniversidad de Oviedo, Tecnología Electrónica (DIEECS), ^cUniversidad de Oviedo, Ingeniería de Sistemas y Automática (DIEECS)

Abstract

This study focuses on the student's perception of Project-based learning, where this contributes to the grades of several subjects of the Erasmus Mundus Master in Mechatronic Engineering of the University of Oviedo. Likewise it was important to be able to analyze the improvement of teamwork skills about the groups proposed to solve various problems. The challenge proposed deals with several topics: developing a Proportional-Integral (PI) controller for DC Motor Control using identification process; using Matlab to finally determine the desired controller; programming it in a PC-based model of the DC Motor; and implementing the actual control in a PCB including a PIC microcontroller. In addition, groups of students with different academic background (mechanical, electronic and mechatronics engineering) and different nationalities (Spaniards, Colombians, Hondurans, etc.) were created. Participation and integration of students in project-based learning was proven to substantially improve team work, as well as extra-curricular knowledge that is not covered in the programmatic content of each subject.

Keywords: *Project-based Learning, Collaboration, PI Controller, PIC Microcontroller.*

Resumen

El presente estudio se enfoca en la percepción de los estudiantes del Aprendizaje Basado en Proyectos, donde el trabajo realizado contribuye a la calificación de varias asignaturas del Master Erasmus Mundus en Ingeniería Mecatrónica de la Universidad de Oviedo. Así mismo fue importante poder analizar las mejoras en el trabajo en equipo de los grupos planteados para solucionar diversos problemas. El reto propuesto cubre varios aspectos: desarrollar un controlador Proporcional-Integral (PI) para el control de un motor CC usando el proceso de Identificación; usar Matlab para finalmente determinar los reguladores deseados; programarlo en un modelo basado en PC del motor CC; e implementar el control en una PCB que incluye un microcontrolador PIC. Adicionalmente, se formaron grupos de estudiantes con diferentes perfiles académicos (ingeniería mecánica, electrónica y mecatrónica) y con diferentes nacionalidades (españoles, colombianos, hondureños, etc.) Se demostró que la participación e integración de estudiantes en aprendizaje basado en proyectos mejora de manera sustancial el trabajo en equipo, así como los conocimientos extra-curriculares que no están contemplados en el contenido programático de cada asignatura.

Palabras clave: *Aprendizaje orientado a Proyectos, Colaboración, Controlador PI, Microcontrolador PIC.*

Introducción

La popularidad en la implementación del aprendizaje orientado a proyectos ha venido en aumento en los últimos años gracias a la mejora exponencial de las habilidades como profesionales de los estudiantes; se puede llegar a decir que esto es lo más parecido a lo que verán en la industria, educación e investigación después de concluir su programa académico. Los profesionales de hoy en día deben cooperar junto con otros de diferentes profesiones y, a su vez, enfrentarse a problemas altamente sofisticados que necesitan de la ayuda de todos para la consecución del fin deseado (Chu, S. K. W, 2017). En la mayoría de los casos el éxito del proyecto depende de características tales como trabajo en equipo, colaboración, etc., (Dettmer, Knackendoffel, & Thurston, 2012). Por ello, los estudiantes de hoy en día deben estar equipados con características de colaboración y de trabajo en equipo adquiridas en las universidades; el aprendizaje orientado a proyectos es una buena herramienta para conseguir ese fin (Khine & Saleh, 2010; Slater & Ravid, 2010).

El presente estudio fue desarrollado en la Universidad de Oviedo, dentro del programa Erasmus Mundus Joint Master Degree in Mechatronics Engineering, EU4M, y del Máster en Ingeniería Mecatrónica, MIM, en el marco del proyecto del primer cuatrimestre del master. Este proyecto contribuía a la calificación final de cuatro asignaturas: “Cálculo, Diseño y Simulación de Sistemas de Control”, “Computadores y Programación”, “Instrumentación Electrónica” y “Dispositivos Electrónicos Programables”, cada una con un peso de 6 créditos ECTS en el máster.

Finalmente, se desarrolló el proyecto final en grupos conformados por 3 estudiantes (6 grupos en total). Los grupos se formaron de modo que se favoreciera la multidisciplinariedad (en todos había al menos un Ingeniero Mecánico y un Ingeniero Electrónico o Mecatrónico) y la multiculturalidad (en todos había al menos un alumno del EU4M y al menos un alumno del MIM). A lo largo del cuatrimestre, los grupos irían adquiriendo los conocimientos y habilidades necesarios para desarrollar el proyecto en su totalidad. Además, los diferentes puntos de vista de cada participante del equipo ayudaron a tener proyectos más sólidos y a asimilar de mejor manera los conocimientos que se iban adquiriendo mediante la resolución de los problemas asociados al proyecto.

Trabajos Relacionados

Cuando se habla de aprendizaje orientado a proyectos, es preciso remontarse a las descripciones iniciales de educación experimental, tales como los métodos de enseñanza de Sócrates, el cual usó prácticas basadas en la investigación (Chesters, 2012). Cabe remarcar, que la teoría de Montessori sobre el aprendizaje mediante la observación y práctica, y el descubrimiento de Bruner sobre el aprendizaje, también tuvieron un punto clave en el desarrollo de “aprendizaje experimental” (Vu, 2013).

Recientemente, los resultados de investigación presentados en 2008 por Dunlap han ayudado a popularizar el trabajo de Dewey, Lewin y Piaget (Dunlap et al., 2008) a través del modelo cíclico de aprendizaje, afirmando que este proceso es multidimensional. Durante el primer estado el estudiante tiene una experimentación activa; en el siguiente estado, el estudiante toma esta experiencia la guarda, y la relaciona con experiencias pasadas: seguidamente, el estudiante trata de conceptualizar la teoría a partir de dichas experiencias pasadas; en el último estado, denominado de Conceptualización Abstracta, el estudiante trata de planear un modelo general para la experiencia siguiente (Efstratia, 2014).

Estos trabajos hablan del aprendizaje en general, pero sus conclusiones son fácilmente asimilables para entornos académicos como el de la Ingeniería Mecatrónica. De hecho, a reflexión del autor, tiene un valor agregado cuando se habla de estudios universitarios con asignaturas prácticas, como es el caso del Máster indicado.

Por ultimo, uno de los autores del presente artículo está en condiciones de afirmar que todos los estados descritos por Dunlap en 2008 han sido experimentados por él durante el desarrollo del proyecto que aquí se describe.

Metodología

La metodología planteada para el aprendizaje orientado a proyectos en el presente caso particular tiene como finalidad controlar el motor CC de un equipo llamado “Entrenador, Unidad Mecánica 33-100 de la marca FEEDBACK” y al que en adelante nos referiremos como UMF. Como ocurre cuando se inicia cualquier proyecto, lo primero es definir unas premisas previas y/o requisitos a cumplir. En este caso se definen objetivos relacionados con cada una de las asignaturas involucradas en el trabajo, a saber:

1. Diseñar el control de velocidad y posición del eje de salida del motor de la UMF.
Asignatura – *Cálculo, Diseño y Simulación de Sistemas de Control*
 - a. Obtener modelo matemático del motor con el proceso de identificación.
 - b. Simular en cadena abierta en el software Matlab el modelo obtenido de la fase previa.
 - c. Diseñar los reguladores requeridos para velocidad y posición.
2. Programación del control de posición y velocidad sobre simulador
Asignatura – *Computadores y Programación*
 - a. Realizar el control de posición y velocidad del motor sobre un simulador.
 - b. Elección de los parámetros a controlar del Motor.
 - c. Posibilidad de seleccionar modo de control (posición/velocidad) en tiempo real.
 - d. Presentación de datos mediante LCD o CMD de Windows.
3. Desarrollo de placa de circuito impreso (PCB, *Printed Circuit Board*)
Asignatura – *Instrumentación Electrónica*
 - a. Desarrollar etapa de preamplificación para señales de la UMF.
 - b. Diseñar PCB en el software Proteus.
 - c. Desarrollar PCB siguiendo reglas de diseño adecuadas.
4. Programación del control de posición y velocidad en microcontrolador PIC
Asignatura – *Dispositivos Electrónicos Programables*
 - a. Ajuste de tipo de variables.
 - b. Adaptación del programa desarrollado en el simulador para ser introducido en un microcontrolador.
 - c. Programación de temporizadores, interrupciones, conversiones A/D, etc.
 - d. Cálculo de tiempo de ejecución.

El siguiente paso es asignar el peso general del proyecto final en la calificación de cada una de las asignaturas involucradas. Este paso es importante, más que por el valor del peso asignado en sí, por la necesidad de fijar con toda claridad las condiciones del trabajo a realizar, tanto en lo que se refiere a la dedicación como a la calificación final. En el caso que nos ocupa, la influencia del trabajo en las asignaturas se recoge en la siguiente tabla:

Tabla 1. Pesos Globales del Proyecto en la Calificación de las Asignaturas Respectivas

Asignatura	Peso Global	Observaciones
Cálculo, Diseño y Simulación de Sistemas de Control (CTRL)	40%	Los controladores serán los encargados de realizar el control de posición y velocidad del motor, por lo cual solo afectan a la “parte final” del proyecto.
Computadores y Programación (CyP)	40%	Se simula el comportamiento del controlador diseñado. Es meramente simulación, pero constituye el primer acercamiento del estudiante hacia el proyecto final.
Instrumentación Electrónica (INSTR)	30%	Desarrollo de la PCB. Influye de forma directa en DEP, ya que una PCB optimizada disminuye la posibilidad de errores por mal funcionamiento o por ruido externo.
Dispositivos Electrónicos Programables (DEP)	30%	Influye directamente sobre INSTR y CTRL, ya que un correcto funcionamiento del prototipo validaría el trabajo hecho en estas asignaturas. La correcta programación del PIC adquiere de este modo una gran importancia en el resultado final del proyecto.

Fuente: Propia

De esta manera (Tabla 1) se compone el “proyecto final” basado en el aprendizaje orientado a proyectos.

Una vez conocidos los objetivos a cumplir en cada asignatura, los grupos llevan a cabo una distribución de tareas entre sus miembros. Esta distribución solo puede ser orientativa en un primer momento, ya que los conocimientos que se necesitan para desempeñar estas tareas se irán adquiriendo a lo largo del semestre.

El hecho de que los grupos sean multidisciplinarios es de gran utilidad, ya que las carencias que pueda tener alguno de sus miembros son susceptibles de ser cubiertas por algún otro. En cualquier caso, es imprescindible que dentro de los grupos haya una comunicación constante que permita que todos entiendan lo que se está haciendo en conjunto, puesto que el proyecto finaliza con una presentación en la que todos los miembros del grupo deberán ser capaces de contestar a cualquier pregunta efectuada por los profesores de las asignaturas.

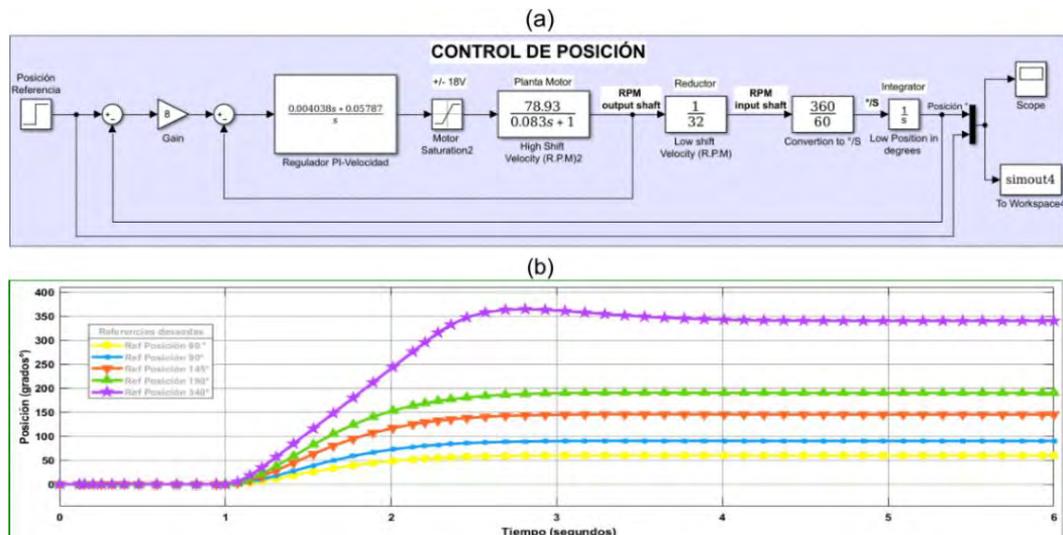
En la siguiente sección se enfatizará el alcance esperado de este tipo de metodología, los resultados obtenidos por uno de los grupos de trabajo y la percepción de los estudiantes sobre esta iniciativa. Por último, se finalizará el artículo con un capítulo de conclusiones.

Resultados

En el desarrollo del proyecto se encontraron una serie de problemas inherentes al desarrollo de cualquier proyecto: la comunicación entre los miembros del grupo de trabajo (no por previsible, menos complicada), los problemas de llevar los conocimientos teóricos a un entorno práctico, el propio error inherente a los sistemas reales (holgura y desajuste de la UMF, por ejemplo), etc. Esto reforzó aún más la importancia de realizar una planificación de actividades adecuada desde el principio, aun teniendo en cuenta que la capacidad de avanzar en el proyecto estaba directamente relacionada con las clases que se iban impartiendo en cada una de las asignaturas.

El trabajo colaborativo en aprendizaje orientado a proyectos es una ventaja añadida. A pesar de las ya señaladas dificultades que siempre surgen en el trabajo en equipo, permite que los estudiantes sean conscientes de esta problemática y que experimenten fórmulas que permitan resolver las posibles desavenencias y encaminar al grupo hacia la consecución de un objetivo común, minimizando e incluso eliminando la influencia de la distinta formación académica y/o de la actitud de cada persona. La necesidad de avanzar juntos hacia la consecución de un objetivo común hace que afloren en los estudiantes actitudes que, sin lugar a dudas, constituyen un aprendizaje tan o más importante que los conocimientos técnicos adquiridos.

Figura 1 Control de Posición. (a) Diagrama de Bloques en MATLAB Simulink®. (b) Comportamiento del regulador de posición con respecto a diferentes referencias.

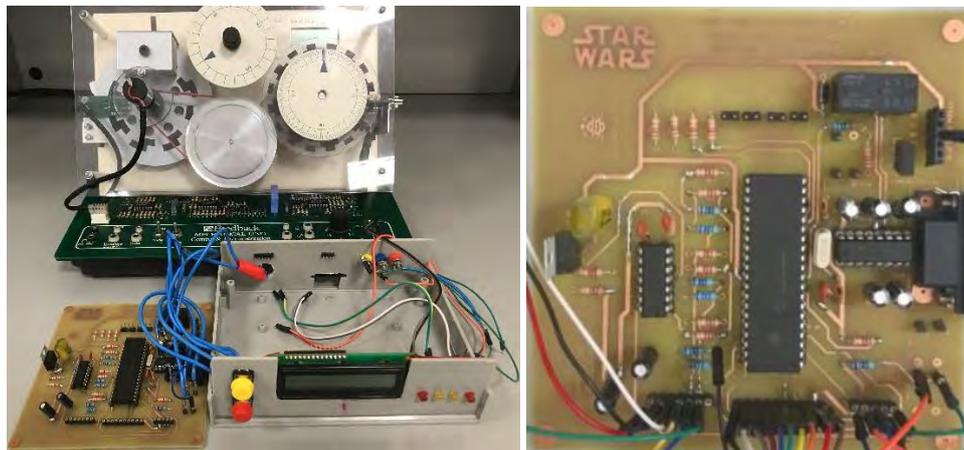


A modo de ejemplo de los resultados obtenidos con la metodología descrita, la Figura 1 muestra parte del trabajo desarrollado por uno de los grupos de trabajo. La Figura 1-a presenta el diagrama de bloques implementado en MATLAB Simulink®. En su versión final, este diagrama de bloques comprende un regulador de velocidad en cascada con el regulador de posición, por lo cual a partir de un solo regulador PI, basta con agregar un regulador proporcional en serie para obtener el control de la posición. Es importante remarcar que, si bien muchas de las ideas necesarias para llegar a este punto fueron adquiriéndose a lo largo de la asignatura *Cálculo, Diseño y Simulación de Sistemas de Control*, otras no se habrían llegado a conocer de no haber nacido la necesidad gracias al presente proyecto.

La Figura 1-b, muestra la respuesta del control de posición implementado ante varios escalones de la señal de referencia (en grados). Tanto en el test como en la simulación se pudo constatar el correcto funcionamiento de los reguladores diseñados, creando en los estudiantes un fuerte valor agregado con respecto al aprendizaje de estas asignaturas.

En la Figura 2 se presenta el prototipo desarrollado por uno de los grupos de trabajo y su conexión a la UMF a controlar. En este caso concreto, los componentes del grupo optaron por implementar mejoras que no estaban contempladas en los requerimientos iniciales propuestos por los profesores. Esta actitud, permite reforzar y demostrar a su vez, la idea, de que el aprendizaje basado en proyectos potencia el interés de los estudiantes por aprender cosas nuevas que en algunos casos no están en el temario de las asignaturas.

Figura 2 Sistema embebido físico para control de posición y velocidad conectado a la UMF.
(a) Unidad Mecánica – UMF junto con la PCB y la caja portadora de este. (b) PCB final.



A pesar de las dificultades que siempre surgen cuando hay que construir un prototipo funcional (en comparación con otros trabajos teóricos o de simulación), la mayoría de los estudiantes manifestaron irrefutablemente que el aprendizaje orientado a proyectos es mucho

más eficaz, debido a la dualidad de aprender “teoría” e inmediatamente “aplicarla” a un proyecto que, como en el presente caso, puede llegar a ser muy similar a lo que se encuentre en el ambiente industrial, académico y/o investigador.

Por otro lado, algunos estudiantes manifestaron que, en el desarrollo del proyecto, aprendieron teoría que no estaba contemplada en el contenido programático de la asignatura, pero que, de una u otra forma, contribuyó a mejorar los resultados del proyecto. Basándonos en lo mencionado por los estudiantes, creemos fuertemente que las futuras generaciones de alumnos del Master en Ingeniería Mecatrónica deben participar en proyectos similares a estos, incluso, proyectos de más de un semestre, ¿Por qué, por ejemplo, no empezar parte del Trabajo Fin de Master desde el primer cuatrimestre?

Un resultado positivo de tipo transversal en este proyecto es la exigencia de redactar un informe final con formato de artículo del IEEE en el que se describa de manera sistemática todo lo desarrollado en el proyecto. La aproximación a este tipo de artículos permite que el estudiante mejore su redacción de publicaciones científicas y que empiece a ser consciente de llevar a cabo labores de difusión de los resultados obtenidos en proyectos de investigación, tales como algunos de los citados en el presente artículo (Zuluaga-Gomez, Juan. 2018).

Como no puede ser de otro modo, el alumnado también ha detectado algunos aspectos susceptibles de ser mejorados para conseguir que la experiencia obtenida con este tipo de proyectos sea aún más positiva. Dejando a un lado el funcionamiento de algunos de los equipos/componentes suministrados, hay al menos dos aspectos que podrían contribuir a la mejora de las sensaciones finales.

Por un lado, y aun siendo evidente que los profesores de las cuatro asignaturas implicadas han hecho un esfuerzo muy importante para coordinarse en pos de un objetivo común, quedan siempre algunos flecos que no encajan perfectamente. En algunas ocasiones, sobre todo al principio del semestre, hay algunas asignaturas que necesitan hacer uso de conocimientos que, en esos momentos, aún no han sido impartidos en alguna de las otras tres; si bien esto no pasa muy a menudo y, en cualquier caso, se soluciona en el plazo máximo de una semana, sería deseable evitarlo.

Otro problema más serio está relacionado con el hecho de que es necesario esperar hasta bien avanzados el semestre antes de poder empezar a llevar a cabo la implementación del prototipo final; en este caso sí sería deseable definir una serie de hitos intermedios que permitieran ir desarrollando el trabajo poco a poco y evitar así los apurones que se producen al final del semestre, cuando el alumno ya está inmerso en plena época de exámenes y proyectos finales.

Conclusiones

Como principal conclusión, se refuerza mediante una experiencia vivida en primera persona por los autores la idea de que el aprendizaje orientado a proyectos es mucho más eficaz que el aprendizaje convencional, ya que los estudiantes experimentan nuevas facetas en su programa académico: desde la interacción entre las asignaturas hasta la posibilidad de integrar conocimientos de diferentes áreas en un mismo objetivo y así obtener resultados más importantes.

El trabajar con este tipo de aprendizaje, permitió que los estudiantes obtuvieran conocimientos que, trabajando convencionalmente, no hubieran obtenido.

Los estudiantes manifestaron que el trabajar en torno a un solo proyecto grande es mucho mejor y más motivante que trabajar en varios proyectos pequeños.

Este tipo de proyectos implica la dificultad añadida de una labor de coordinación entre todos los profesores de las asignaturas afectadas, pero este trabajo adicional se traduce en resultados muy positivos en términos de aprendizaje por parte de los alumnos y en satisfacción por parte de los mismos. Es por ello por lo que se considera muy importante tratar de mejorar los aspectos que puedan flojear en la versión actual.

Como sugerencia para el futuro, se propone empezar proyectos integradores de más de un cuatrimestre, ya que esto permitiría obtener resultados más profundos, y con mayor aplicación. También, se planea realizar encuestas finales para los integrantes del grupo, de forma que se puedan obtener datos cuantitativos, con referencia a la experiencia de participar en este tipo de proyectos. Finalmente, se planea realizar otro estudio similar al presente, pero focalizado en contrastar la mejoría año a año, de este tipo de proyectos.

Referencias

- Chesters D. (2012). *The Socratic classroom : reflective thinking through collaborative inquiry*. Rotterdam, the Netherlands: Sense Publishers.
- Chu S. K. W., Zhang Y., Chen K., Chan C. K., Lee C. W. Y., Zou E., Lau W. (2017). *The effectiveness of wikis for project-based learning in different disciplines in higher education*. The internet and higher education, 33, 49-60.
- Dettmer P., Knackendoffel A., Thurston L. P. (2012). *Collaboration, consultation, and teamwork for students with special needs*. Pearson Higher Ed.
- Dunlap J., Dobrovolny J., Young D. (2008). *Preparing e-learning designers using Kolb's model of Experiential Learning*. Journal of Online Education, 5, 2,1-9.
- Efstratia D. (2014). *Experiential education through project based learning*. Procedia-social and behavioral sciences, 152, 1256-1260.

- Khine M. S., Saleh I.M. (2010). *New science of learning: Cognition, computers and collaboration in education*. Springer Science & Business Media.
- Slater J. J., Ravid R. (2010). *Collaboration in education*. Routledge.
- Yamashita K., Yasueda H. (2017). *Project-based learning in out-of-class activities: flipped learning based on communities created in real and virtual spaces*. *Procedia Computer Science*, 112, 1044-1053.
- Vu T. (2013). *A Study Of Secondary School Students' And Teachers Perceptions Of And Satisfaction With Service Learning Activities At Ruamrudee International School In Thailand*. Assumption University of Thailand, 5,1, 47-60.
- Zuluaga-Gomez Juan. (2018). *Desarrollo de Reguladores PI para el Control de Velocidad y Posición de un Motor DC*. University of Oviedo. DOI: 10.13140/RG.2.2.34484.55689.
- Zuluaga-Gomez Juan. (2018). *Development of PI and P Controllers for Speed and Position of a DC Motor - Implementation in a PIC 16F1939*. University of Oviedo. DOI: 10.13140/RG.2.2.29451.39201
- Zuluaga-Gomez Juan. (2018). *Simulación y Desarrollo de un Controlador PI con filtro Anti-Windup y Selección de un accionamiento para un Mecanismo de 1 Grado de Libertad*. Universidad de Oviedo. DOI: 10.13140/RG.2.2.26095.94885.