

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 “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 – Empezando 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



Experiencia de aprendizaje basado en proyectos con alumnos ERASMUS.

Sierra Velasco J. M., Cortizo Rodríguez J. L., Fernández Rodríguez M^a R., Villazón Suárez M., García Martínez Alberto

Departamento de Construcción e Ingeniería de Fabricación, Universidad de Oviedo, email contacto: jmsierra@uniovi.es, Tfno.: 985182420

Abstract

On our campus in Gijón, a long way has gone by the hand of the Erasmus agreements, many of our students go abroad thanks to these grants, but it was not easy to see on our campus foreign students who came here for a similar experience. However, this situation is changing and this article describes an exchange experience with students from the University of Strathclyde, who come to our campus year after year to get involved in a prototype development project. They are students who come in a group of four, who do not speak our language, and who, for four months, are going to interact with professors, Spanish students and laboratory technicians, who help them in the design and manufacture of a prototype mechanism or machine.

The students work using solid modeling software, from these models they develop the manufacturing plans, and even some pieces are obtained directly from the CAD files by 3D printing. Moreover those technician elements, they must be adjusted to a budget and manufacturing means, and they have to spend time together with the local staff. The experience of dealing with this type of project is undoubtedly very enriching for all the agents involved, Erasmus and local students, professors and laboratory technicians.

Keywords: *Project-based learning, Erasmus, prototypes, 3D printing*

Resumen

En nuestro campus de Gijón ya se ha recorrido un largo camino de la mano de los convenios Erasmus. Muchos de nuestros alumnos han disfrutado de estas ayudas, pero no era fácil ver en nuestro campus alumnos extranjeros que viniesen aquí por una experiencia similar. Sin embargo esta situación va cambiando y en este artículo se describe una experiencia de intercambio, con alumnos de la Universidad de Strathclyde, Glasgow que año tras año vienen a nuestro campus para involucrarse en un proyecto de desarrollo de un prototipo. Son alumnos que vienen en grupo, que no hablan nuestro idioma, y que durante cuatro meses colaboran con profesores, alumnos y técnicos de laboratorio españoles, que les ayudan en el diseño y fabricación de un prototipo de mecanismo o máquina.

Los alumnos trabajan utilizando software de modelado sólido. A partir de estos modelos desarrollan los planos de fabricación, e incluso algunas piezas son obtenidas directamente de los ficheros CAD por impresión 3D. Deben ajustarse a un presupuesto y medios de fabricación. La experiencia de abordar este tipo de proyectos es sin duda muy enriquecedora para todos los agentes involucrados, alumnos Erasmus y locales, profesores y técnicos de laboratorio.

Palabras clave: *Aprendizaje basado en proyectos, Erasmus, prototipos, impresión 3D.*

Introducción

Ya van 28 años desde que el sistema de becas ERASMUS convive en nuestro sistema Universitario. En los últimos años en el campus de Gijón se han instaurado los grados bilingües, con el objetivo de incrementar no solo la capacitación lingüística, sino el acceso de los titulados al mercado laboral internacional. En estos grados, los estudiantes han de completar un mínimo de 120 créditos ECTS en inglés, que pueden incluir una estancia del Programa Erasmus o bien Erasmus Prácticas en Universidades que mantienen convenios con la Universidad de Oviedo (Universidad de Oviedo). Para esta docencia en lengua inglesa, el profesorado ha tenido que formarse y acreditarse, con la ayuda de la Casa de las Lenguas de la Universidad de Oviedo mediante programas específicos. Estas acciones de internacionalización tanto de sus egresados, como de sus estudiantes, constituyen uno de los puntos prioritarios dentro del Plan Estratégico de la Universidad de Oviedo,.

Esta oferta formativa en inglés, se publicita a nivel internacional mediante los convenios con otras universidades y programas de movilidad en el millar de acuerdos internacionales que ha firmado la nuestra Universidad, lo que ha permitido incrementar el número de alumnos extranjeros que vienen a nuestra Escuela. Este hecho redundará en beneficio de los estudiantes locales, que tienen la posibilidad de practicar el inglés con los Erasmus extranjeros, compartir experiencias más allá de las académicas y también en la motivación del profesorado que participa en los grados bilingües.

Una de las Universidades extranjeras con las que existe convenio Erasmus, es la Universidad de Strathclyde en Glasgow (<https://www.strath.ac.uk/>). De esta Universidad, de la titulación “Mechanical & Aerospace Engineering”, vienen todos los años un grupo de 4 estudiantes, que realizan en nuestro campus durante un semestre académico, lo que denominan “Group Project Abroad”, proyecto grupal en el exterior. Se corresponde con su penúltimo semestre del quinto y último curso de sus estudios de máster, que en su Universidad es un Máster de cinco años, sin Grado previo.

En este artículo se describe la experiencia del proyecto realizado por el grupo de alumnos desde septiembre a diciembre de 2017 en nuestro Campus. Esta experiencia permite explorar el aprendizaje basado en proyectos (PBL, Project base learning en Inglés), buscando estimular en los alumnos la creatividad, la iniciativa y la toma de decisiones, competencias básicas en los profesionales de la ingeniería (Galeana, 2006; Moursund, 1999). Se analizan la experiencia de aprendizaje, la organización, los costes, y el mutuo beneficio para alumnos extranjeros, alumnos locales, profesorado y personal del área.

Contexto y entorno de trabajo

Ninguno de los cuatro estudiantes de este curso académico, David Brown, Scott Lindsay, Jonathan Wieland y Fraser Williams, hablaba castellano a su llegada. Las referencias de los alumnos del curso anterior, ya que este es el cuarto año consecutivo en el que un grupo de estudiantes escoceses viene a nuestro Departamento, les han servido para organizarse en los primeros momentos.

Para el desarrollo de su trabajo en nuestra Sede Departamental, fueron ubicados en una sala de proyectos del Área de Ingeniería Mecánica, que dispone de ordenadores con conexión a internet, y el software de diseño que podían necesitar para el desarrollo del proyecto. En el mismo edificio disponían de impresora, escáner, plotter para planos, y tenían acceso a una impresora 3D con tecnología FDM. El grupo de profesores que trabaja habitualmente en la sede departamental no tenía problema para comunicarse con los chicos en inglés. Todos los profesores colaboraron para ayudarles, facilitando su acceso a los medios necesarios, o ayudándoles de forma puntual con el software de diseño utilizado, u otro tipo de dudas. También tenían acceso a los talleres, donde disponían de herramientas para tareas de montaje, o podían

consultar con los técnicos de taller sobre piezas que debían mecanizar, cortar, soldar, montar o desmontar, etc.

El proyecto a desarrollar

El proyecto propuesto ha sido el diseño de un radio shuttle, incluyendo la fabricación de un prototipo y un tramo de estantería a una escala E:1/2. Estas máquinas se emplean en almacenes automatizados de alta densidad, con estanterías con gran profundidad. El radio shuttle, un carro automatizado que circula por la propia estantería, se encarga de llevar el palet a su posición en la estantería, retorna al inicio a por una nueva carga, o bien extrae el palet de su posición hacia el frontal de la misma para ser recogido por otro sistema de almacenamiento.

El objetivo es el diseño y fabricación de un prototipo funcional, se incluye diseñar un tramo de estantería para tres palets de fondo, y dos alturas. Para ello los alumnos disponen de perfiles laminados en acero estructural del propio almacén del Área de Ingeniería Mecánica (perfiles cuadrados, rectangulares, angulares de lados iguales, etc.), que deben soldar.

Para el radio shuttle en este curso se ha dispuesto de un presupuesto de unos 150 € para adquisición de pequeño material, básicamente rodamientos, ruedas de rodadura y rodillos de apoyo laterales, correas y poleas, etc. Además, en el almacén se dispone de ejes de acero, y también se ha decidido reutilizar motorreductores, material eléctrico, finales de carrera, cables, etc. utilizados en cursos anteriores en otros proyectos.

Metodología y agentes involucrados en el proceso

La metodología del aprendizaje basado en proyectos, está especialmente indicado para estudios técnicos, como la ingeniería. El trabajo por proyectos sitúa a los alumnos en el centro del proceso de aprendizaje gracias a un planteamiento motivador en el que entran en juego el intercambio de ideas, la creatividad y la colaboración, pero que requiere también de una adecuada organización y planificación, por parte del resto de agentes involucrados (Mesa, Álvarez, Villanueva, Cos, 2008; Vergara, 2016).

En este caso en concreto y como se describirá más adelante, tiene un rol muy importante las personas de la Institución de acogida, sin cuya participación activa, el resultado podría no ser el adecuado, ya que uno de los peligros de este tipo de metodologías, es que lleven a la frustración del alumnado, en caso de no progresar adecuadamente el proyecto (Ribeiro, 2011).

El grupo de profesores que fomenta esta actividad en nuestra área de conocimiento tiene larga experiencia en el desarrollo de prototipos dentro de proyectos de investigación, y también en

Trabajos de Fin de Estudios de carácter singular. El éxito de este tipo de actividades de aprendizaje basadas en proyectos depende en gran medida de la experiencia consolidada (Ríos, Cazorla, Díaz-Puentea, Yagüea, 2010). En concreto, el desarrollo de prototipos con alumnos Erasmus trabajando en grupo junto a estudiantes locales, está en la actualidad en un punto de madurez aportado por proyectos previos, que cada año permite mejorar la planificación y método de trabajo, y plantear una serie de hitos que se describen brevemente a continuación.

1.- Punto de partida.

Es necesario plantear un proyecto cuyo objetivo sea del interés de los alumnos, relacionado con sus conocimientos previos y viable en el tiempo disponible (Buck Institute for Education), para cuya realización se requieran obviamente conocimientos de ingeniería. En este caso tenemos:

- Los alumnos cursan 5º curso con perfil de ingeniería mecánica. Es importante tener presente que no hablan español.
- Antes de su llegada a Gijón deben aceptar el proyecto propuesto, se les indica y se les envía información de equipos industriales. Esto permite que comiencen a trabajar desde el principio de su estancia.
- Se busca colaboración entre el alumnado local, para ayudar a los chicos en su integración en nuestro centro, e intercambio cultural propio de una estancia Erasmus. Este año dos estudiantes del Grado en Ingeniería Mecánica Bilingüe han realizado esta función.
- Se planifica una visita a una instalación industrial para un mejor conocimiento del tema, al tiempo que una motivación extra al grupo de estudiantes.

2.- Definición de proyecto

Como se ha comentado, se plantea diseñar y construir un radio shuttle, y un tramo de estantería para manejar palets. En este proyecto, los palets son de madera, a escala ½ en relación a un palet pool europeo de 1200 x 800 mm (a escala 600 x 400 mm). El proyecto incluye diseñar los mecanismos de accionamiento, construir el prototipo, verificar el funcionamiento manual, y plantear el control automatizado del equipo. Esto requiere, entre otras tareas:

- Definición clara del equipo, mecanismo de traslación, mecanismo de elevación, mecánica y electrónica del dispositivo.
- Especificaciones de funcionamiento, capacidad de carga, velocidades, sistemas de seguridad.
- Control del presupuesto, organización por tareas dentro del equipo de trabajo y planificación temporal.
- Elaboración de una presentación del trabajo con sus etapas a los estudiantes de Grado y Máster de la Especialidad Mecánica.
- Elaboración de una página web representativa tanto del proyecto técnico a realizar como de su experiencia personal como estudiantes Erasmus. La exposición pública del proceso

Experiencia de aprendizaje basada en proyectos con alumnos ERASMUS.

incrementa la motivación, al convertir el proceso de aprendizaje en algo concreto que se transmite (Larmer y Mergendoller, 2015).

3.- Distribución de tareas y organización

Los miembros del grupo establecen y distribuyen los roles que han considerado oportunos para el desarrollo del proyecto:

- Financial and resource manager, David Brown, centrado en tareas de diseño del radio shuttle, control del presupuesto y abastecimiento de material.
- Communications manager, Fraser Willians, responsable de la comunicación, organizando reuniones de trabajo entre alumnos, y con los tutores. Inicialmente se encarga del diseño de la estructura, modelo 3D y planos de la misma.
- Technical manager, Jonathan Wieland, centrado en el diseño del radio shuttle, su electrónica y montaje.
- Data manager, Scott Lindsay, responsable del archivo de todos los ficheros del proyecto, elaboración de la memoria y presentaciones, así como de la página web del proyecto.

En las tres últimas semanas, han contado además con la ayuda de cuatro alumnos del Máster de Mecatrónica, que se imparte en nuestra Universidad, que les ayudaron en el montaje de la electrónica para probar el prototipo.

4.- Desarrollo del proyecto

Tenemos un proyecto claramente definido, y los chicos se involucran desde el inicio, con muy buena actitud, resumiremos aquí los hitos principales, con las actividades y equipos utilizados.

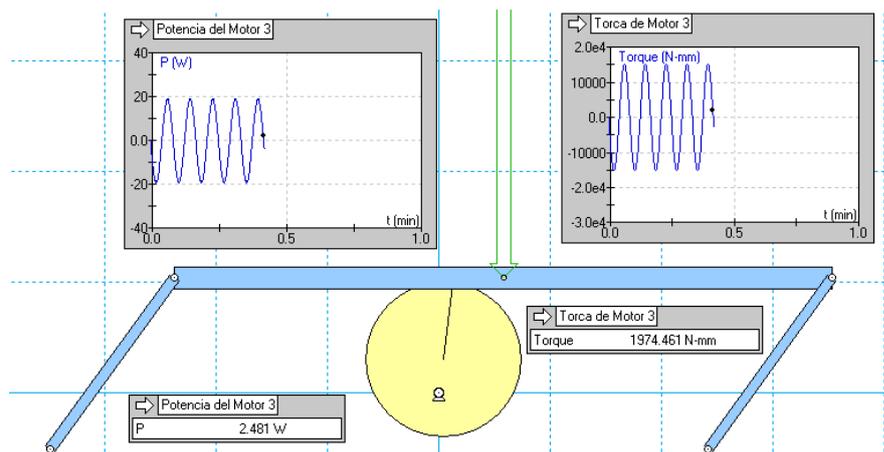
- Ubicados en la sala de proyectos, disponen de ordenadores con acceso a internet y a software con licencia educacional, aparte de los procesadores de texto y hojas de cálculo, utilizan el siguiente software: Working Model (simulación cinemática y dinámica 2D), Solidworks (modelado 3D), AutoCAD (elaboración de planos).
- Inicialmente se definen las dimensiones principales de la estantería, para alojar palets de 600 x 400 mm, se construyen dos palets a escala, y se definen los apoyos en la estantería de los palets y del radio-shuttle, que afecta ya al diseño futuro del equipo.
- Intercalar tareas manuales a lo largo del proyecto, por un lado, motiva a los alumnos al ver avances concretos, y por otro ahonda en la transversalidad propia de los proyectos, al abordar aspectos sobre los procesos de fabricación (corte y soldadura de perfiles, tolerancias de fabricación, etc.).
- En la fase de revisión de objetivos y búsqueda de información, se accede a las bases de datos de la OEPM (Oficina Española de Patentes y Marcas), para el estudio de los mecanismos utilizados, y se accede a varias bases de datos, (ver figura 1).

Figura 1 Bases de datos consultadas



- Simultáneamente, se plantean posibles diseños, con distintos mecanismos, y se realiza su valoración, en base a criterios técnicos, y buscando también cierta creatividad para adaptar las soluciones a los medios de fabricación y presupuesto disponible.

Figura 2 Simulación 2D, accionamiento de leva



- En estas fases iniciales, los alumnos se familiarizan con la realización de planos, acotación, tolerancias, elaboración de listas de materiales, y el manejo del plotter.
- También se familiarizan con distintas técnicas de análisis y simulación. A modo de ejemplo, para el mecanismo de elevación del radio shuttle, se decide utilizar un mecanismo de leva, accionado por una transmisión por correa, y la leva actúa sobre un mecanismo de cuatro barras, que sirve para garantizar la posición horizontal de la plataforma móvil que soporta el peso del palet y la carga.

Los alumnos han utilizado un tacómetro para medir las velocidades de los motorreductores existentes en el almacén y seleccionar el adecuado a la velocidad de funcionamiento óptima. Han realizado un modelo en dos dimensiones para verificar excentricidad de la leva, velocidades, y potencias necesarias (ver figura 2), y han diseñado la leva preparando una pieza con

Experiencia de aprendizaje basada en proyectos con alumnos ERASMUS.

un eje excéntrico, que irá alojada en el aro interior de un rodamiento, y que se ha construido por fabricación aditiva en ABS, ver figura 3.

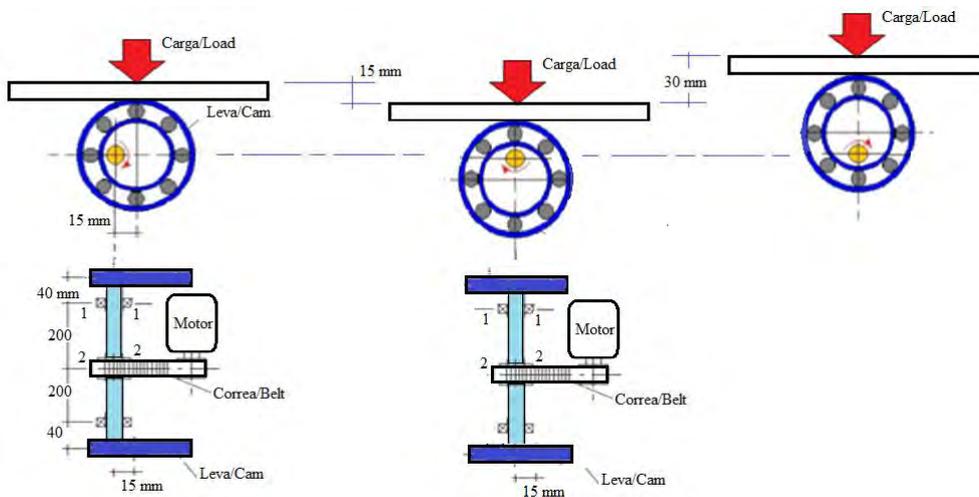
Este diseño además reduce las pérdidas por fricción en la leva al utilizar el rodamiento. Este ha sido un punto de creatividad interesante del diseño.

Figura 3 Diseño de Leva basada en la fabricación aditiva



La fabricación aditiva, ha sido otra tecnología muy útil en el proyecto, ya que ha permitido obtener buena parte de los elementos de los mecanismos a bajo coste, directamente de los modelos 3D realizados por los alumnos.

Figura 4 Fatiga en eje de transmisión

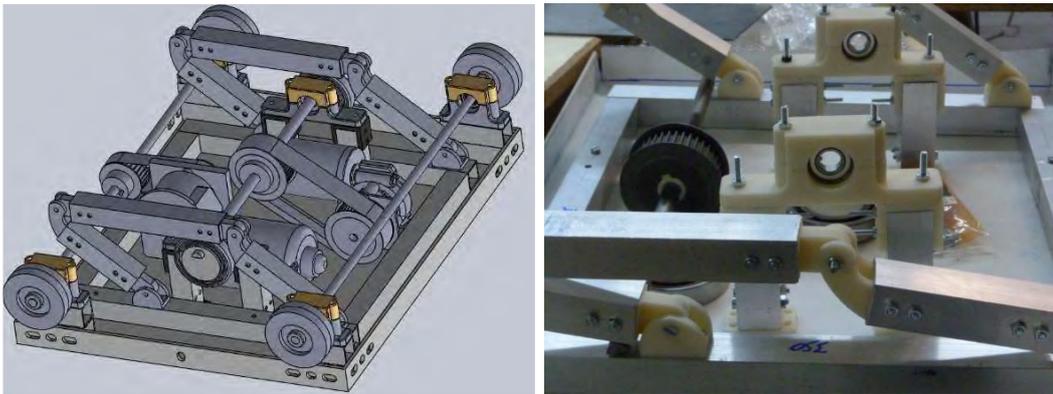


Y por supuesto, en su informe han de analizar desde el punto de vista resistente, todos los elementos, como por ejemplo el interesante problema del cálculo a fatiga del eje de accionamiento de la leva, sometido a cargas alternativas de flexión y torsión, el mecanismo de accionamiento se representa esquemáticamente en la figura 4.

Se adopta para el prototipo una capacidad de carga de 220 [N], un tiempo de elevación de la carga de unos 3 segundos y una velocidad de traslación del equipo de 0,15 [m/s]. Bajo estas

especificaciones se realizan los cálculos necesarios, poniendo en práctica sus conocimientos previos, y se procede a la finalización del diseño en 3D. Los alumnos adquieren dominio en el manejo del software de modelado sólido, algo que les apasiona, y que hoy día es un valor añadido a sus capacidades cuando se incorporan al mundo laboral. En la figura 5 se puede ver el modelo 3D y el prototipo en fase de montaje.

Figura 5 Modelado sólido, montaje y pruebas



5.- Montaje y pruebas de taller.

Construir un prototipo funcional, permite valorar aspectos estudiados de forma teórica, que no se olvidarán fácilmente, así en este proyecto los alumnos han realizado entre otras las siguientes tareas:

- Verificar en vacío las velocidades de los accionamientos, utilizando una fuente de alimentación, y verificando las velocidades mediante un tacómetro sobre los ejes de salida, de las ruedas motrices, y de la leva.
- Verificar la capacidad de carga, al probar el equipo con la carga máxima de diseño.
- Ajustar las uniones articuladas de los mecanismos de cuatro barras sobre los que actúan las levas, aquí las tolerancias en agujeros y ejes son muy importantes para conseguir un funcionamiento suave y mantener la verticalidad.
- Validar las dimensiones de la estructura, que permite desplazarse con carga y sin deformación al equipo.
- Ajustar la distancia entre centros de las transmisiones flexibles utilizadas.
- Fijar axialmente los ejes de las ruedas, entender su necesidad.
- Montar las poleas sobre los ejes de accionamiento con sus chavetas.
- Cablear motores, finales de carrera, placa de control y joystick.

Esta fase ayuda a entender la importancia de un diseño de detalle, que facilite las tareas de montaje y puesta a punto de un mecanismo o máquina.

6.- Colaboraciones

Para llevar a cabo este tipo de proyectos, además de los profesores del Área de Ingeniería Mecánica firmantes de este artículo, los alumnos tienen la colaboración de los maestros de taller y técnicos de laboratorio. Así, con Roberto García en el taller de Medios Continuos, han cortado los perfiles y soldado los mismos para la estructura metálica. Con Agustín Castaño, del taller de Procesos de Fabricación, han mecanizado chaveteros en poleas y ejes de transmisión, y con Ana María Casaus del taller de Ingeniería Mecánica, han tenido acceso a las herramientas para montaje, a los instrumentos de metrología necesarios (calibres, tacómetro, voltímetro,), fuentes de alimentación, plotter e impresora 3D. También, como ya hemos indicado, han tenido la colaboración de cuatro alumnos del máster en mecatrónica para el montaje y pruebas de la electrónica necesaria. El control de los tiempos, enfrentarse a las dificultades y colaborar con otras personas, potencia la función del ABP (Johnson, 1999; Sancho, Fernández, Errasti, 2011; Arrugaeta et al, 2013).

7.- Presentación pública

Y una vez el trabajo está finalizado, queda terminar la documentación, y preparar la presentación del mismo. Si bien la defensa del proyecto la realizan en su Universidad de origen, y aún tienen por delante casi dos meses para finalizar la documentación formal, antes de marcharse a su país realizan una presentación pública en el campus de Gijón, ante profesores y alumnos del grado bilingüe (ver figura 6). En dicha presentación además de describir el proyecto, los hitos del mismo y el resultado final, también hablan de su país, de su Universidad y de su experiencia en nuestra ciudad.

Figura 6 Presentación pública



Resultados

Se ha diseñado un tramo de estantería, adecuado para el uso del radio shuttle, con palets de madera de 400 x 600 mm. Y se ha diseñado, calculado y construido un prototipo del radio shuttle, con capacidad para 220 [N] de carga, incluido un control básico desde un manipulador, (ver figura 7).

Todos los documentos generados en el desarrollo del proyecto, así como una ficha personal de cada estudiante y un resumen fotográfico de su estancia en nuestro país, se pueden ver y descargar en el siguiente sitio web: <https://radioshuttlegijon.wixsite.com/erasmus2017>.

Figura 7 Prototipo final incluyendo la estantería, el pallet de madera y el radio shuttle.



Conclusiones

Todos los profesores involucrados en este tipo de actividades, estamos convencidos de los beneficios del aprendizaje basado en proyectos, para titulaciones técnicas como son las ingenierías. En la situación actual de la Universidad, este tipo de proyectos son viables en los títulos de máster, planificados a dos años, y con un semestre dedicado exclusivamente al desarrollo del TFM. No son viables en los títulos de grado, debido al gran número de alumnos, y la escasa asignación docente a los profesores (4 horas/TFG).

En este caso en particular, la unión del aprendizaje basado en proyectos con un grupo de alumnos Erasmus, a los que se facilita la colaboración con alumnos locales, profesorado y técnicos de laboratorio, ha resultado una experiencia gratificante para todos los actores.

Agradecimientos

Hemos de agradecer la colaboración de D. Fernando Bausela, ingeniero de la empresa Duro Felguera, línea de logística, que este año nos ha facilitado la visita a un almacén automatizado, y en años anteriores también nos ha financiado pequeñas compras para los proyectos.

Experiencia de aprendizaje basada en proyectos con alumnos ERASMUS.

También hemos de mencionar aquí, a la profesora María Jesús Lamela Rey, responsable del acuerdo con la Universidad de Strathclyde y de otros acuerdos Erasmus, muy involucrada en la Internacionalización de nuestra Escuela.

Referencias

- Arrugaeta Gil Juan José, Sancho Saiz Javier, Puelles Pérez Eduardo, Ramos Hernanz José Antonio Rico Pastrana Teodoro, Errasti Arrieta Íñigo, Fernández Gámiz Unai, Unives (2013). *¿Por qué aplicar el aprendizaje cooperativo y el aprendizaje basado en proyectos en ingeniería? Resultados de su aplicación en varias asignaturas.* <http://hdl.handle.net/10256/8133>
- Buck Institute for Education (BIE). <http://www.bie.org/>.
- Galeana de la O., L. (2006). *Aprendizaje Basado en Proyectos.* Revista electrónica Ceupromed. <http://ceupromed.ucol.mx/revista/PdfArt/1/27.pdf>
- Johnson, P.A. (1999). Project-based, cooperative learning in the engineering classroom, *Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice*, 125 (1), 8-11.
- Larmer, John y Mergendoller John (2015) "Gold Standard PBL: Essential Project Design Elements". https://www.bie.org/blog/gold_standard_pbl_essential_project_design_elements
- Mesa José M., Álvarez José V., Villanueva Joaquín M. y Cos Francisco J. de, (2008). *Actualización de Métodos de Enseñanza-Aprendizaje en Asignaturas de Dirección de Proyectos de Ingeniería.* Formación Universitaria Vol.1(4), 23-28
- Moursund David Ph. D, (1999). "Project Based Learning Using Information Technology", ISTE Publications, first edition of the book. Copyright © David Moursund, 2016. ISBN 1-56484-145-6. 155 pp
- Ribeiro, Luis Roberto C., (2011). *The Pros and Cons of Problem-Based Learning from the Teacher's Standpoint*, *Journal of University Teaching & Learning Practice*, 8(1). Available at: <http://ro.uow.edu.au/jutlp/vol8/iss1/4>
- Ríos de los Ignacio, Cazorla Adolfo, Díaz-Puentea José M., Yagüea José L., (2010). *Project-based learning in engineering higher education: two decades of teaching competences in real environments*, *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, Volume 2, Issue 2, Pages 1368-1378
- Sancho Saiz J., Fernández Gámiz U., Errasti Arrieta I., Jornadas Redes-(2011). *Aprendizaje Basado en Proyectos aplicado a la Ingeniería Fluidomecánica.* Escuela Universitaria de Ingeniería de Vitoria-Gasteiz. Universidad del País Vasco/Euskal Herriko Unibertsitatea.
- Universidad de Oviedo. Oferta Bilingüe. <http://www.uniovi.es/estudios/grados/idiomas>
- Vergara, Juan José, (2016). *Aprendo porque quiero. El aprendizaje Basado en proyectos (ABP), paso a paso.* Ed. SM. Biblioteca de Innovación Educativa..