

UNA EXPERIENCIA EN EL DESARROLLO DE PROYECTOS ELECTRÓNICOS EN EL MARCO DEL ESPACIO EUROPEO DE EDUCACION SUPERIOR

C. JAEN, M. LAMICH, A. ARIAS y V. SALA

Departamento de Ingeniería Electrónica. Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Industrial de Terrassa, EUETIT, UPC. España.

La UPC puso en marcha (curso 2004-05) una experiencia piloto para la implantación del sistema europeo de transferencia de créditos (ECTS). En la EUETIT se impartieron bajo esas condiciones 19 asignaturas y “Proyecto de sistemas y equipos electrónicos” fue una de ellas. Esta asignatura está orientada básicamente a la mejora de las competencias transversales de los estudiantes. Para ello se realizan trabajos en grupo, presentaciones orales, diseño de un póster y edición de una propuesta de proyecto.

1. Introducción

Los ingenieros trabajan en su vida profesional a base de proyectos. Por ello, en las carreras de ingeniería se viene desarrollando desde hace años el proyecto final de carrera (PFC). El objetivo del PFC es el desarrollo de un trabajo o proyecto personal en el que los estudiantes aplican los conocimientos y capacidades adquiridos durante la carrera, ahondando en distintas áreas de conocimiento. Esta aplicación de conocimientos se suele hacer siguiendo una metodología, creando hábitos de trabajo, desarrollando aptitudes y capacidad de síntesis. En todas las escuelas de ingeniería, se contempla la ejecución del PFC al final de los estudios, obedeciendo a distintas modalidades, es decir, proyectos propuestos por los departamentos o los propios alumnos, y opcionalmente en colaboración con empresas o en el extranjero. Ahora bien, antes de ejecutar el PFC los estudiantes no se han tenido que afrontar nunca a la síntesis de conceptos ni a otras habilidades que se requieren. Por ello, en la Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica de Terrassa (EUETIT) se creyó conveniente crear una asignatura de proyectos en ingeniería en tercer curso, antes de la ejecución del PFC. En ella, las clases presenciales tomaban la forma de seminarios y los alumnos dedicaban sus horas correspondientes trabajando por su cuenta un tema concreto, guiados por un profesor.

Esta asignatura ubicada en el último curso de carrera, cuatrimestre Q5, apareció con la reforma de plan de estudios del año 1993. Ya en aquel momento se pensó en una estructura de asignatura un tanto singular. Los objetivos docentes a cumplir eran básicamente dos:

1. Fomentar el trabajo en equipo a través del desarrollo de una Propuesta de Proyecto
2. Mejorar las habilidades del estudiante para facilitar la realización del Proyecto Fin de Carrera en el tiempo previsto de un cuatrimestre

Hasta el curso 2003-2004 todas las asignaturas en la Escuela de ingeniería técnica de Terrassa (EUETIT) se contabilizaban según el método de créditos que asignaba 1 crédito por cada 10 horas de clase. El sistema europeo de transferencia de créditos y sistema de acumulación (ECTS) es un sistema basado en el trabajo requerido por el estudiante para conseguir los objetivos de un programa docente. Dicho programa se especifica en términos de los aprendizajes y competencias que se deben alcanzar.

En el curso 2004-2005 se implantó el cómputo de créditos ECTS en algunas (19) asignaturas de la escuela, entre las que se cuentan la que es objeto de este trabajo, como parte de una experiencia piloto de la Universitat Politècnica de Catalunya (UPC). Para no perturbar el correcto funcionamiento de la escuela y los planes de estudio se han mantenido los horarios de clase y su distribución entre horas de teoría-

problemas y horas de laboratorio. A pesar de ello se ha conseguido dotar a las nuevas asignaturas de un ambiente reformado, ya que se han dedicado horas de clase a la resolución guiada de problemas por parte de los estudiantes, y se han adoptado nuevas estrategias evaluadoras para poder medir las distintas habilidades además de los conocimientos adquiridos.

La asignatura *Proyecto de sistemas y equipos electrónicos* está ubicada en el primer cuatrimestre del tercer curso de ingeniería técnica, especialidad electrónica industrial, en la EUETIT. Tiene asignados 6 créditos que se han reconvertido, de forma experimental, en 5 ECTS lo que implica una carga docente total para el alumno de 125 horas. La matrícula actualmente está estabilizada entre 45 y 60 estudiantes divididos en grupo de mañana y tarde.

2. La experiencia docente

2.1 Objetivos

Como objetivo general en esta asignatura se pretende que el alumno realice un trabajo integrador de los conocimientos adquiridos en los cuatrimestres anteriores, de manera que al finalizar, esté en disposición de realizar con más facilidad el proyecto final de carrera en el plazo de un cuatrimestre. Este trabajo se materializa en la redacción de una propuesta de proyecto electrónico (25 hojas din A4) i la confección de un póster (din A0), desarrollado en grupo (5 alumnos) durante el cuatrimestre y en su presentación y defensa públicas ante los profesores. Las propuestas giran alrededor de un tema sugerido por el profesorado pero con libertad para desarrollar la aplicación concreta que desee el grupo.

Como objetivo específico se trabaja en la integración de conocimientos de las diferentes disciplinas, cursadas con anterioridad y en lamedora de competencias transversales, para ello se sirve de:

1. Redacción de documentos técnicos, trabajo del lenguaje escrito
2. Edición póster técnico, trabajo de diseño gráfico
- 3, Presentaciones en público, trabajo lenguaje oral
4. Desarrollo de la Propuesta de Proyecto, trabajo cooperativo
5. Búsqueda de información técnica, trabajo bases de datos biblioteca

Para conseguir estos objetivos, es recomendable cursar la asignatura sin tener pendientes asignaturas de cursos anteriores. También son necesarios los recursos aprendidos en las otras asignaturas cursadas los cuatrimestres anteriores. Finalmente, conviene hacer hincapié en que una buena redacción así como facilidad para expresarse en público harán más fácil la asignatura.

2.2 Contenidos

Los contenidos se clasifican por módulos, que corresponden a los temas de la asignatura. Las tablas 1 y 2 muestran las actividades de cada módulo..

MODULO 1	MODULO 2	MODULO 3
PRESENTACIÓN ASIGNATURA	FUENTES DE INFORMACION	EL PROCESO DE DISEÑO
Actividades	Actividades	Actividades
1.1 Descripción asignatura 1.2 Formación de grupos 1.3 Presentación tema propuestas 1.4 Video <i>Trabajo en grupo</i>	2.1 Teoría 2.2 Video <i>Presentaciones eficaces</i> 2.3 Presentación oral y debate 2.4 Sesión biblioteca	3.1 Teoría 3.2 Video <i>Cervezas y cajas de cervezas</i> 3.3 Presentación oral y debate

Tabla 1. Contenido módulos 1, 2 y 3.

MODULO 4	MODULO 5	MODULO 6
DOCUMENTACION DE PROYECTOS	JORNADAS DE CONFERENCIAS EN INGENIERIA ELECTRÓNICA (JCEE)	PROPUESTA DE PROYECTO
Actividades		Actividades
4.1 Teoría 4.2 Presentación oral y discusión 4.3 Video: <i>Maestro</i>	5.1 Asistencia a las conferencias	6.1 Teoría 6.2 Ejemplos de propuestas 6.3 Tutorías en grupo 6.4 Edición documento escrito 6.5 Edición y presentación póster

Tabla 2. Contenido módulos 4, 5 y 6.

La tabla 3 muestra la distribución de la dedicación temporal de los alumnos.

Actividad	Tiempo (h)	
	Presencial	No presencial
Módulo 1	2	2
Módulo 2	2.5	4
Módulo 3	2	4
Módulo 4	4.5	4
Módulo 5	14	5
Módulo 6	18	63
TOTAL HORAS	43	82

Tabla 3. Distribución del tiempo de estudio

2.3 Metodología docente

La asignatura se estructura en 6 módulos. El módulo 1 se dedica a la presentación de la asignatura, estructura y objetivos, formación de grupos (5 estudiantes) y planteamiento general de la Propuesta de Proyecto. También se incluye el video *Trabajo en grupo*, que muestra las técnicas adecuadas para mejorar el trabajo de un grupo multidisciplinario.

Los módulos 2, 3 y 4 se dedican a temas monográficos. Cada módulo consta de una sesión (1h.) de teoría, seguida por una sesión (1h.) dedicada a visionar un video relacionado con el tema expuesto. Adicionalmente cada grupo realiza una presentación oral sobre el tema sugerido por el profesor la semana anterior, seguida del correspondiente debate. Esta actividad ocupa una sesión doble (2h.).

El módulo 5 corresponde a la realización de las Jornadas de Conferencias en Ingeniería Electrónica, JCEE. Participantes del mundo de la empresa y la Universidad presentan temas de interés orientados a investigación, docencia, desarrollo, mundo empresarial, inserción laboral, etc. La edición del pasado curso 2005-06 ha sido la 11^a, habiendo acumulado a lo largo de todas las ediciones más de 100 conferenciantes en 240 ponencias. La Fig. 1 muestra el acto de inauguración de las JCEE'05 correspondiente al día 10 de noviembre del 2005.



Fig.1. Inauguración JCEE '05

El módulo 6 contiene el desarrollo de la propuesta de Proyecto. Se inicia con una sesión doble (2h) dedicada a explicar con detalle el contenido del documento que ha de elaborar el grupo mostrándose ejemplos de Propuestas de ediciones anteriores. El seguimiento del desarrollo de la propuesta se hace mediante tutorías particulares y semanales a nivel de grupo. En las tutorías se marcan líneas de trabajo y se resuelven dudas y consultas, proponiendo también un ritmo de trabajo correcto.

Los grupos han de entregar al final un documento escrito de 25 páginas con la Propuesta de Proyecto desarrollada así como un Póster de tamaño A0 que posteriormente se tendrá que exponer en sesión pública al final del cuatrimestre. *Electrónica para discapacitados* ha sido el tema genérico sugerido por los profesores en el curso 2005-06. Los estudiantes han desarrollado las siguientes aplicaciones:

- Asistente robotizado para discapacitados de extremidades inferiores
- Control de acceso para plazas de aparcamiento reservadas a minusválidos
- Sistema auxiliar salva obstáculos para silla de ruedas eléctrica
- Vehículo acuático para discapacitados
- Sistema para que los discapacitados auditivos puedan percibir avisos en entorno doméstico
- Interficie entre discapacitados motrices y el teléfono móvil
- **Sistema autónomo de conversión del lenguaje dactilológico a voz (mejor póster y trabajo)**
- Guía para invidentes en zonas de obras
- Ratón intérprete de pantalla para invidentes
- Generación de imágenes táctiles

La Fig. 2 muestra a los integrantes del grupo que fue considerado por los profesores (y los alumnos) como el mejor trabajo y póster .

2.4 Evaluación

Se ha utilizado la evaluación continuada con 2 exámenes de corta duración (1 h) ya que aún estamos en una fase preliminar de la adaptación a la metodología ECTS. Posteriormente se prescindirá de los exámenes. Los módulos 1, 2, 3 y 4 tienen en conjunto un peso del 20%. Existe una nota de clase y otra nota de examen ambas con el mismo peso. El módulo 5 tiene un peso del 20%. La asistencia a las Conferencias vale un 10% y el examen otro 10%. El módulo 6 vale un 60% de la nota final, repartido en

20% (tutorías), 25% (documento) y 15% (póster). Existe un punto adicional para la mejor Propuesta de Proyecto a juicio de los profesores así como un premio para el mejor póster mediante votación entre los propios estudiantes.

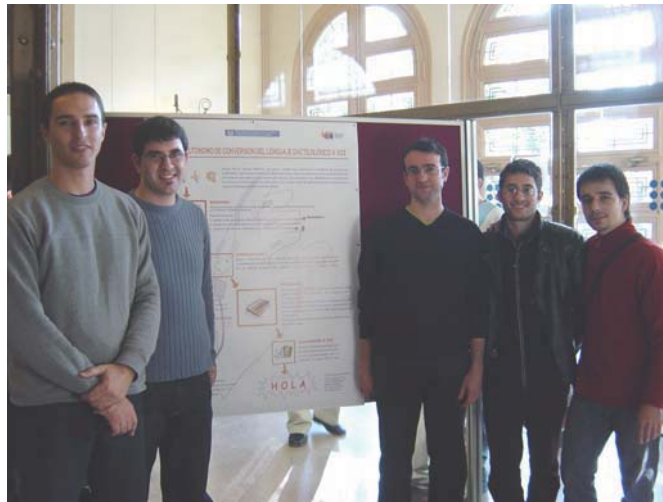


Fig. 2. Mejor trabajo del curso

3. Resultados académicos y valoración de los estudiantes

3.1. Resultados

Los resultados docentes de los dos últimos años han mejorado respecto ediciones anteriores. La adaptación a la metodología ECTS se efectúa lentamente a pesar de los esfuerzos y consejos de los profesores. Los estudiantes muestran dificultades en cambiar su estilo clásico de estudio que lo fia todo a un esfuerzo muy concentrado en los últimos días del cuatrimestre. La Tabla 4 muestra los resultados académicos del curso 2005-06.

Asignatura		Proyecto de sistemas y equipos electrónicos	
Curso		2005-06	
Estudiantes		%	45
Nota	Excelente	11	5
	Notable	53	24
	Aprobado	31	14
	Suspenseo	5	2
No presentados		-	-

Tabla 4. Resultados docentes

3.2. Valoración de los estudiantes.

Para tener algún tipo de realimentación por parte de los alumnos se ha realizado una encuesta anónima al finalizar el cuatrimestre. La tabla 5 muestra los contenidos de la encuesta mientras que en la Fig. 3 se muestra un resumen de la puntuación de los estudiantes.

Puntuación UPC : Muy en desacuerdo (1, 2, 3, 4, 5) Totalmente de acuerdo

1. La estructura de esta asignatura orientada al EEES es más satisfactoria que la estructura clásica
2. El tema de Fuentes de información me parece interesante para mi formación
3. El tema de Documentación de un proyecto me parece interesante para mi formación
4. El tema de El proceso de diseño me parece interesante para mi formación
5. El tema de la propuesta de proyecto es interesante para mi formación
6. La sesión dedicada a “Trabajo en grupo” me ha aportado conocimientos interesantes para mi formación
7. En las actividades hechas en grupo considero que el trabajo se ha repartido a partes iguales entre todos
8. Considero que realizar actividades trabajadas en grupo ha sido provechoso para mi formación
9. La sesión realizada en la Biblioteca me ha aportado conocimientos interesantes para mi formación
10. Las sesiones basadas en vídeos y la posterior discusión me parecen
11. Considero que la presentación y defensa conjunta del poster de mi propuesta de proyecto será beneficiosa para mi formación
12. Creo que este profesor me ha ayudado a comprender esta materia
13. Pienso que esta motivado en la materia que imparte
14. Considero que se muestra receptivo para resolver las dudas de los estudiantes
15. Pienso que el profesor que ha impartido esta asignatura es un buen profesor
16. Creo que el seguimiento de esta asignatura me aporta nuevos conocimientos
17. El trabajo que te ha representado esta asignatura, en comparación con las otras del mismo curso ha sido muy superior
18. La materia que se trata en esta asignatura me interesa
19. Las condiciones (espacios, materiales, equipamientos,...) en que se imparte la asignatura creo que son adecuadas
20. Mi valoración de la asignatura es positiva

Tabla 5. Encuesta de opinión sobre la asignatura

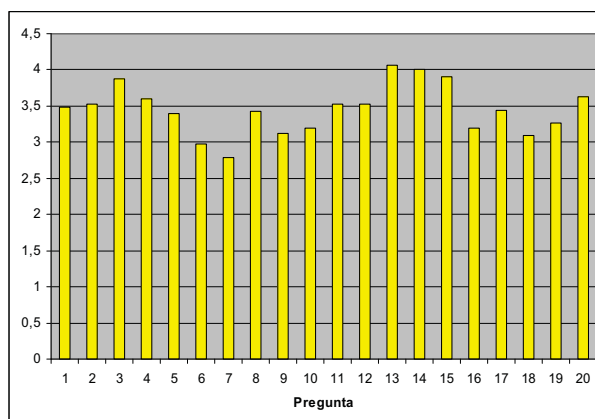


Fig. 3. Respuestas estudiantes

4. Conclusiones

Se ha presentado una experiencia docente en el marco del espacio europeo de educación superior (EEES) aplicada al desarrollo de proyectos de electrónica. Los contenidos y la metodología docente están orientados a la mejora de las competencias transversales de los estudiantes de ingeniería.

La implementación de la metodología ECTS no ha sido obvia. Por un lado ha requerido un mayor esfuerzo por parte de los estudiantes, ya que han pasado de ser una parte meramente pasiva a ser los agentes de su propio aprendizaje. Ello, en nuestra cultura, ha representado un sobreesfuerzo considerable. La cultura estudiantil por excelencia consiste en la asistencia pasiva a las clases magistrales y el estudio forzado a última hora. En la metodología ECTS el esfuerzo es más sostenido, ya que tienen que ser parte activa durante todo el curso.

Por otro lado, esta metodología también representa un mayor esfuerzo para el profesorado ya que requiere la supervisión de todo el proceso y mayor cantidad de trabajo de corrección.

Los resultados académicos y la opinión de los estudiantes avalan la bondad de la experiencia.

Referencias

- [1] Springer, L., Stanne, M.E., & Donovan, S.: *“Effects of small-group learning on undergraduates in science, mathematics, engineering and technology: a meta-analysis”* Madison WI. National Institute for science education (1997).
- [2] Smith, K.A.: *“Project management and team work”* New York. Mc-Graw Hill (2000).