

# DEL RETO AL PROYECTO: UNA NUEVA EXPERIENCIA DOCENTE EN EL MARCO DEL ESPACIO EUROPEO DE EDUCACION SUPERIOR

C. JAEN<sup>1</sup>, C. HERVADA<sup>2</sup>, M. LAMICH<sup>1</sup>, M. CORBALAN<sup>1</sup>, J. POU<sup>1</sup> Y A. ARIAS<sup>1</sup>

<sup>1</sup> *Departamento de Ingeniería Electrónica. Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Industrial de Terrassa, EUETIT, UPC. España.*

<sup>2</sup> *Departamento de Física e Ingeniería Nuclear. Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Industrial de Terrassa, EUETIT, UPC. España.*

## 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, pues, se contempla la ejecución del PFC al final de los estudios, obedeciendo a distintas modalidades, esto es, proyectos propuestos por los propios departamentos, en colaboración con empresas para fomentar la práctica laboral o en universidades externas facilitando la movilidad de nuestros estudiantes hacia Europa. 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 transversales que se requieren para un correcto desarrollo del proyecto. Por ello, en la Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Industrial de Terrassa (EUETIT) de la Universitat Politècnica de Catalunya (UPC) se creyó conveniente crear una asignatura de proyectos en ingeniería en tercer curso (curso 1995-96), 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. Después de esta experiencia, también se creyó conveniente introducir a los estudiantes a la resolución y exposición pública de proyectos ya desde primer curso a través del planteamiento de problema en formato de *retos* en una asignatura de ciencias básicas (curso 2004-05).

Hasta el curso 2003-2004 todas las asignaturas en la 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 las descritas en este documento, como parte de una experiencia piloto de la UPC. Actualmente (curso 07-08) ya son 38 las asignaturas adaptadas al EEES. Para no perturbar el correcto funcionamiento de la escuela y los planes de estudio vigentes 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, tutorías personales y en grupo, y se han adoptado nuevas estrategias evaluadoras para poder medir tanto las distintas habilidades como los conocimientos adquiridos. El presente trabajo aborda desde la doble perspectiva docente de primer y tercer curso de la especialidad de electrónica industrial la evolución de los alumnos en la elaboración de proyectos.

## 2. La experiencia docente

En primer curso, desde la revisión de los planes de estudio en 2004, y con la intención de adecuarlos a las demandas del Espacio Europeo de Educación Superior (EEES), dentro de las asignaturas *Fundamentos de Física* y *Proyecto de sistemas y equipos electrónicos* se ha querido hacer hincapié en el trabajo de algunas competencias transversales, tal y como muestra la tabla 1.

Competencia	Actividad
Trabajo bases de datos biblioteca	Búsqueda de información técnica
Trabajo en grupo	Desarrollo de trabajos en equipo
Lenguaje escrito	Redacción de documentos técnicos
Diseño gráfico	Edición póster técnico
Lenguaje oral	Presentaciones en público

**Tabla 1.** Competencias transversales de interés

Para todo ello, en *Fundamentos de Física* se plantea a los estudiantes la resolución de *retos*. Los *retos* son problemas en los que los estudiantes tienen que sintetizar conocimientos adquiridos en otras asignaturas. Como en primero su procedencia es diversa la obligatoriedad de trabajar corporativamente es manifiesta. Para ello se crean grupos de cuatro personas. El trabajo consiste en resolver el ejercicio y exponerlo públicamente delante de los compañeros. Para facilitar la exposición se monta una sesión de pósters como en un congreso científico. La evaluación de dichos retos es una *evaluación entre pares* y por tanto corre a cargo de los compañeros, quienes valoran la presentación, la claridad de la exposición y la corrección de los resultados. En un cuatrimestre se plantean dos retos.

En tercer curso ya desde la implantación del plan 1993 se dispuso una asignatura denominada *Proyecto, instalación y mantenimiento de sistemas y equipos electrónicos*. Ya en aquel momento se pensó en una estructura de asignatura un tanto singular. Los objetivos docentes a cumplir eran básicamente dos:

- a) Fomentar el trabajo en equipo a través del desarrollo de una Propuesta de Proyecto
- b) Mejorar las competencias transversales del estudiante para facilitar la realización del Proyecto Fin de Carrera en el tiempo previsto de un cuatrimestre

Con la revisión de plan de estudios de 2004 la asignatura se ha consolidado, ha cambiado de nombre pasando a una denominación más corta, *Proyecto de sistemas y equipos electrónicos*, y manteniendo los objetivos básicos se ha reorientado la metodología docente hacia los preceptos de Bolonia. Actualmente y tras una experiencia acumulada de 13 cursos académicos la docencia gira en torno a la Propuesta de Proyecto.

### 2.1. Búsqueda de información técnica

Justo antes de empezar primer curso, en la biblioteca del Campus y a cargo de personal especializado, se realiza un cursillo de 8 horas de duración en el que se enseña a los futuros estudiantes cómo acceder a la información y recursos que en ella existen ( [www.bibliotecnica.upc.edu](http://www.bibliotecnica.upc.edu) ). Se trata pues de una actividad eminentemente práctica que prepara a los alumnos para la búsqueda de información que luego necesitarán aplicar en la resolución de problemas y cuestiones a lo largo de la carrera. Así pues, en *Fundamentos de Física*, se les pide que recurran a la biblioteca para buscar información sobre los retos planteados. Es conveniente destacar aquí que el reto planteado es un ejercicio de física en el que es necesario hacer uso de conceptos procedentes de distintas asignaturas.

Debido a que todos los estudiantes de primero no tienen el mismo bagaje de conocimientos, esta tarea puede resultar compleja. De hecho, la realidad es que la procedencia de los estudiantes de primero abarca todo tipo de casuística: desde los estudiantes que han cursado bachilleratos de ciencia y/o

tecnología, hasta estudiantes que provienen de módulos profesionales en los que nunca se ha estudiado física de modo formal. Este curso, en septiembre de 2007 el porcentaje de alumnos sin conocimientos previos de física era de un 16%. Ello conlleva que, para conseguir que todos tengan el mismo nivel a final de curso, nivel que les permita seguir los estudios de ingeniería con normalidad, algunos de los estudiantes deban realizar arduos esfuerzos de estudio y preparación.

En *Proyecto de sistemas y equipos electrónicos* en la primera semana de clase se dedican dos sesiones de 2 horas a las técnicas de búsqueda de información. La primera sesión es en el formato tradicional de clase expositiva y en ella se exponen las fuentes de información que se deben de consultar para la realización de un proyecto. La segunda, se efectúa en la biblioteca del Campus a cargo de personal especializado. En ella se accede a los recursos de la propia biblioteca con especial mención a las bases de datos orientadas a ingeniería electrónica. Se trata pues de una clase eminentemente práctica y que sirve de recordatorio a lo realizado en primer curso. La sesión finaliza con un ejercicio práctico a resolver individualmente.

## 2.2. Desarrollo de trabajos en equipo

*Fundamentos de Física* es una asignatura que cuenta con un promedio de 80 alumnos por curso. Para construir los grupos de trabajo, el primer día se pasa una encuesta entre los alumnos en la que se les pide el nivel de estudios de física previos que tienen, las motivaciones para estudiar ingeniería, sus gustos personales, el lugar donde viven durante el curso y el horario disponible para el estudio en grupo, entre otras cosas. El profesorado de la asignatura, en función de dicho horario monta grupos de tres o cuatro personas, procurando que aquellas que tengan mayor dificultad en el estudio de la física hagan grupo con las que tengan mayor facilidad. Es conveniente recordar que el porcentaje actual de estudiantes sin conocimientos previos de física es del orden del 20 % (este curso, en septiembre del 2007, fue un 16% y, en febrero de 2008, un 33%). Los grupos, pues, están formados por tres o cuatro personas de las cuales una debe hacer mayor esfuerzo para ponerse al día. Para montar los grupos, además de los conocimientos de física se hace mucho hincapié en que estén integrados por personas afines, sin problemas de horarios o de localización geográfica, para que el trabajo sea más fluido ya que tendrán que pasar muchas horas juntas resolviendo ejercicios y diseñando pósteres. Si se ve que un grupo no funciona, a medio curso se reubican las personas, si hace falta. En un principio, los grupos eran organizados por los propios alumnos, pero se observó que esta técnica no funcionaba principalmente porque los estudiantes de primero, al venir de puntos muy dispares no se conocen entre ellos, lo que impide agilizar la cooperación.

*Proyecto de sistemas y equipos electrónicos* cuenta con un promedio de aproximadamente 40 alumnos por curso divididos en 2 grupos en sesión de mañana y tarde. Cada grupo dispone de su propio profesor. Los grupos de trabajo, formados por 4 o 5 personas, los deciden los propios estudiantes; se da mucha importancia a los integrantes del grupo, como en el caso de *Fundamentos de Física*, para que el trabajo sea más fluido ya que tendrán que pasar muchas horas trabajando juntos para realizar las diversas actividades grupales del curso. En concreto, deberán trabajar en la elaboración de diversas presentaciones sobre temas específicos, edición del póster y redacción de la memoria de la propuesta de proyecto que es el núcleo de la asignatura. Para facilitar la tarea del trabajo en grupo, mostrando las ventajas y las técnicas para conseguirlo de una manera eficiente, se programa el visionado de un video tal y como se explicara más adelante.

## 2.3. Redacción documento técnico, trabajo expresión escrita

En *Fundamentos de Física* cada dos meses se plantea un *reto* que consta de cuatro ejercicios distintos a resolver y cada grupo tiene total autonomía para decidir cuál de los ejercicios resueltos expondrá en el póster y, por lo tanto, someterá al juicio de sus pares. El primer *reto* es una recopilación de los conocimientos que los estudiantes suelen adquirir en el bachillerato y versa sobre cinemática, estática

y dinámica. A título de ejemplo la figura 1 muestra uno de los cuatro enunciados que se presentaron en septiembre de 2007.

<p>Un gimnasta corre hacia el potro. Salta y se impulsa con las manos para hacer un doble salto mortal y después cae de pie sobre el suelo. Su salto se representa como dos trayectorias parabólicas, tal y como se ve en el dibujo adjunto.</p> <p>a) Si cae con una velocidad de 8,0 m/s con un ángulo de 62° con la horizontal, ¿con qué ángulo <math>\phi</math> sale del potro?</p> <p>b) ¿A qué distancia <math>\Delta x_2</math> llega al suelo?</p> <p>c) Si deja el suelo a 8,0 m/s y cae en el potro formando un ángulo de 45°, ¿a qué distancia <math>\Delta x_1</math> del potro ha de saltar y qué ángulo tendrá su salida?</p> <p>d) Suponiendo que las manos tocan el potro durante 0,30 s, ¿Cuál es la aceleración media en el rebote de las manos en el potro?</p> <p>e) ¿Cuál será la velocidad angular media en cada una de las parábolas?</p>	
---	--

**Figura 1.** Uno de los retos del primer bimestre

En el segundo bimestre el reto tiene por tema principal la electricidad y el magnetismo, temas que, por la idiosincrasia de los estudios, atraen más a los estudiantes. En la figura 2 se puede ver uno de los enunciados correspondientes a noviembre de 2007.

<p>Por un conductor cilíndrico largo de longitud <math>L</math>, radio <math>a</math> y resistividad <math>\rho</math> circula una corriente estacionaria <math>I</math> distribuida uniformemente por su sección recta.</p> <p>a) Utilizar la ley de ohm para relacionar el campo eléctrico <math>E</math> en el conductor con <math>I</math>, <math>\rho</math> y <math>a</math>.</p> <p>b) Determinar el campo magnético <math>B</math> en la superficie del conductor</p> <p>c) Utilizando los resultados anteriores determinar el vector de Poynting en la superficie del conductor. ¿Que dirección tiene?</p> <p>d) Calcular la expresión del flujo <math>\int \vec{S} \cdot d\vec{A}</math> que atraviesa la superficie del conductor y demostrar que la potencia radiada es <math>I^2 R</math>, donde <math>R</math> es la resistencia.</p> <p>Nota: La expresión del vector de Poynting es: <math>\vec{S} = \frac{\vec{E} \wedge \vec{B}}{\mu_0}</math></p>
--

**Figura 2.** Uno de los retos del segundo bimestre

Los estudiantes de primero, pues, tuvieron que entregar los problemas resueltos el día del examen correspondiente para poder ser corregidos por el profesorado. Se pedía, además que el trabajo escrito fuera una resolución completa, es decir, se pedía que presentaran, razonaran y justificaran las aproximaciones, hipótesis y modelos utilizados, amén de las referencias oportunas.

Cada curso los profesores de *Proyecto de sistemas y equipos electrónicos* plantean un tema genérico sobre el que los grupos con total autonomía pueden decidir la propuesta concreta a elaborar. Finalmente el grupo debe de acordar con el profesor el título y los objetivos de la propuesta para garantizar un mínimo de calidad y coherencia. El curso 07/08 se planteó el tema de *Equipos y sistemas electrónicos de ayuda al discapacitado* y las propuestas que desarrollaron los alumnos fueron:

- Identificación del estado de semáforo para invidentes
- Captación y distribución de imágenes de actos para disminuidos visuales parciales
- Mapa virtual basado en un sistema de sonidos
- Cuchara avisadora de temperatura
- Sistema identificador de autobuses (SIBUS)
- Mejora de la autonomía de ciegos parciales en supermercados
- Bastón detector de obstáculos elevados
- Estacionamiento para minusválidos: Indicación y validación

El seguimiento del desarrollo de las propuestas se hace mediante tutorías particulares y semanales a nivel de grupo durante unas nueve semanas. En las tutorías se hace un seguimiento de la evolución de la propuesta de proyecto, se marcan líneas de trabajo y se resuelven dudas y consultas, a la vez que se propone un ritmo de trabajo correcto. Para facilitar esta tarea cada grupo debe de llevar al día su propia agenda, en donde se recogen los compromisos de trabajo adquiridos en las tutorías, el reparto de tareas y los plazos de ejecución. Otra herramienta que se utiliza es el portafolio. Cada grupo debe de incluir en el mismo toda la documentación que ha ido recopilando durante la realización de la propuesta de proyecto.

Al finalizar las tutorías los grupos deben de redactar una memoria de su propia propuesta de proyecto, de acuerdo con un índice, idéntico para todos y suministrado por los profesores, en donde se indica los puntos a tratar y una orientación del estilo de escritura más adecuado. Se insiste mucho en la calidad de la presentación. El documento está limitado a 25 hojas. También se debe de entregar la agenda y el portafolio para su valoración conjunta.

#### 2.4. Edición póster técnico.

En *Fundamentos de Física*, se pide a los grupos que diseñen y editen un póster en formato 90x120 cm., tal y como se suele realizar en algunos congresos científicos. La idea principal es sustituir la presentación oral exhaustiva de su trabajo por un formato más compacto que les obligue a sintetizar y resumir el proyecto. En el diseño del póster, pues, además de presentar y justificar la resolución de uno de los ejercicios propuestos en el reto correspondiente, los estudiantes deben ser capaces de plasmar gráficamente conceptos abstractos. Una vez finalizado el bimestre, se realiza una sesión dedicada a la exposición de los pósters en un aula durante una mañana. En esta sesión los estudiantes discuten la resolución de los retos con sus compañeros, en una sesión académica que les permite afianzar sus ideas.

Adicionalmente a la edición de la memoria de la propuesta de proyecto en *Proyecto de sistemas y equipos electrónicos* se pide a los grupos que diseñen y editen un póster en formato DIN A0 tal y como se suele realizar en los congresos científicos. La idea principal es sustituir la presentación oral de su trabajo por un formato más compacto y visual que les obligue a sintetizar y resumir el proyecto, ver figura 3.

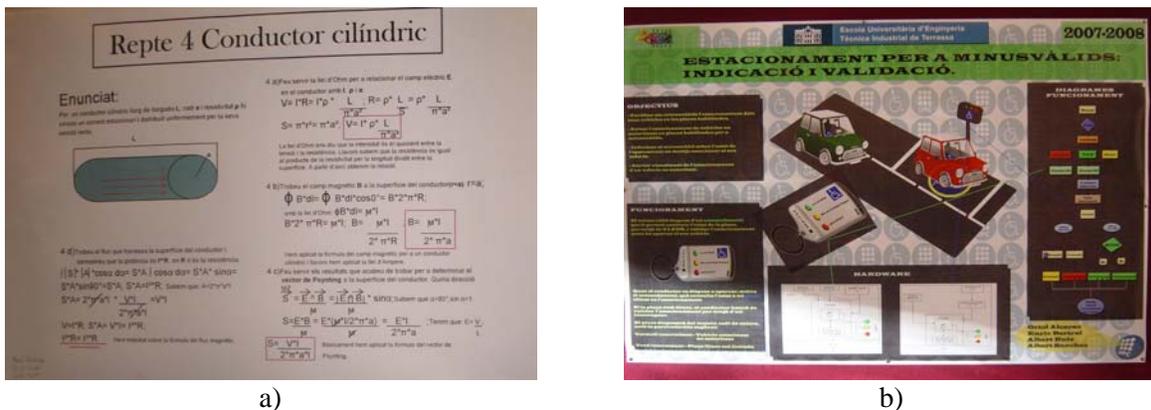


Figura 3. Póster de *Fundamentos de Física* (a) y póster de *Proyecto de sistemas y equipos* (b)

#### 2.5. Presentaciones en público.

En la figura 4 (a) se puede observar el aspecto de la sesión dedicada a la presentación de los pósters del curso 07/08 relativos a *Fundamentos de Física*. La sesión se desarrolla a lo largo de una mañana en un aula, durante el periodo de exámenes. En ella se exponen los pósters en unos paneles y, delante de cada uno de ellos, un miembro del grupo autor responde las cuestiones que le puedan plantear

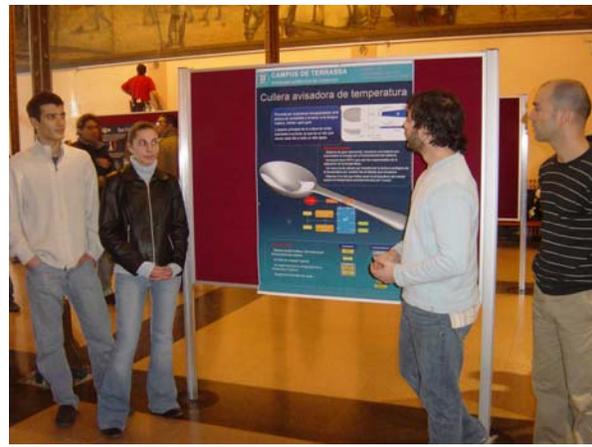
los demás compañeros del curso, mientras los otros miembros valoran a los demás. Dicha función es rotatoria entre los miembros de un grupo, de modo que todos responden y, a la vez, todos valoran y preguntan sobre los demás trabajos expuestos.

En *Proyecto de sistemas y equipos electrónicos* se dedican cuatro sesiones de 1 hora de clase de teoría, en donde también se visiona y se comenta un video (1h). Posteriormente se realiza una sesión de presentaciones orales por parte de los alumnos ya estructurados en grupos de trabajo de 4/5 personas (2h). Las clases de teoría se dedican a la presentación de la asignatura, a las *Fuentes de información*, al *Proceso de diseño* y a la *Documentación de un proyecto*. Dos de los videos utilizados muestran respectivamente las técnicas adecuadas para mejorar aspectos del *Trabajo en grupo* y sobre como conseguir *Presentaciones eficaces*. Los otros dos corresponden a temática más técnica. Las presentaciones se efectúan en una Sala de Conferencias y consisten en el desarrollo un tema propuesto la semana anterior por el profesor, de acuerdo con el área temática que se va a tratar en la Propuesta de Proyecto. Cada grupo dispone de 10 a 15 minutos para su exposición y tiene a su alcance recursos audiovisuales. Para facilitar el dialogo, al final de cada presentación, el resto de grupos debe de intervenir de forma obligatoria realizando un comentario o una pregunta al respecto.

Como ya se ha avanzado en el punto anterior al finalizar el cuatrimestre se realiza en el hall de la escuela una exposición con todos los pósteres. La exposición tiene una duración de una semana y el último día los alumnos hacen la presentación de su proyecto durante unos minutos (entre 5 y 10) ante los profesores y sus compañeros. Todo ello genera un ambiente muy interesante de intercambio de comentarios, ideas y opiniones que es muy apreciado por toda la comunidad de profesores y alumnos de la escuela. En la figura 4 (b) se presenta un aspecto de las presentaciones de los pósteres correspondiente al curso 07/08, en concreto se trata del proyecto mejor valorado por profesores y alumnos.



a)



b)

**Figura 4.** Sesión de pósteres de *Fundamentos de Física* (a) y de *Proyecto de sistemas y equipos* (b)

## 2.6. Evaluación académica

En la asignatura de *Fundamentos de Física* se evalúan distintos aspectos del aprendizaje, a saber:

- *Conocimientos:* Mecánica, Electromagnetismo y Termodinámica.
- *Habilidades:* Uso de los aparatos de laboratorio más frecuentes (voltímetro, amperímetro y osciloscopio, entre otros). Interpretación y análisis de datos. Presentación oral y escrita.

- *Competencias:* Manejo de las leyes fundamentales de las materias estudiadas. Identificación, formulación y resolución de problemas. Búsqueda de información. Uso de herramientas informáticas.

Para ello, la asignatura se organiza en clases presenciales (en el aula y en el laboratorio) y en trabajos no presenciales. En el aula se desarrollan las actividades a tratar y se practica la resolución de ejercicios y problemas. En el laboratorio se plantea un tema a desarrollar y se toman las medidas con los aparatos adecuados. Los trabajos no presenciales consisten, por un lado, en desarrollar lo tratado en el laboratorio y sacar conclusiones de las medidas tomadas, y, por otro, en resolver algunos temas y algunos retos que se plantean en el aula.

La evaluación de los estudiantes consiste en tener en cuenta todo lo anteriormente citado y dándole pesos específicos. Los informes a partir de las experiencias del laboratorio se evalúan y tienen un peso sobre la nota de un 17 %. Los retos planteados se evalúan y tienen un peso global de un 12%. Los pósteres se exponen públicamente delante de los compañeros y son ellos quien los evalúa. Su peso es de un 4%. El resto, el 67%, de la nota es el resultado de dos exámenes, el primer de los cuales es liberador, en los que hay una parte teórica y otra de resolución de ejercicios. En el apéndice se presenta la ficha correspondiente a *Fundamentos de Física* en la que se exponen las horas de trabajo estimadas para cada actividad.

La evaluación de la propuesta de proyecto en *Proyecto de sistemas y equipos electrónicos* se lleva el 55 % de la nota final de la asignatura repartido en 20% (tutorías), 20% (documento) y 15% (póster, se valora a partes iguales el contenido y la presentación). La mejor propuesta de proyecto a juicio de los profesores tiene un punto adicional en la nota. Igualmente, se concede un premio otorgado por los propios alumnos para el mejor póster. El 45% restante de la asignatura se resuelve mediante evaluación continuada y dos exámenes bimestrales. En la ficha que se muestra en el apéndice se puede observar la estructura completa de la asignatura así como el detalle de la evaluación.

### **3. Resultados académicos y valoración de los alumnos**

En *Fundamentos de Física*, como ya se ha indicado, la procedencia de los estudiantes es muy diversa, con lo que los conocimientos que tienen de base son muy dispares y, por lo tanto, para que todos alcancen el nivel exigido a fin de curso, cada uno debe realizar esfuerzos de diferente intensidad. Hay alumnos que nunca han estudiado física. Ellos tendrán mayores dificultades para seguir el curso con provecho. Algunos estudiantes trabajan media jornada o más. Esto hace que las horas disponibles para el estudio sean pocas y tengan mayores dificultades para realizar actividades de grupo. Muchos de estos estudiantes deben realizar el cuatrimestre de repetición en primavera. Pero todos ellos se benefician del trabajo cooperativo, como se refleja en el resultado de las notas.

A todos los estudiantes la resolución de los retos les resulta atractiva porque es una manera de probarse sin la presión de un examen. Además son problemas distintos, complejos y relacionados con su especialidad. Los retos mejoran su capacidad de síntesis ya que les obligan a usar conocimientos adquiridos con anterioridad. Especialmente, para las personas que no han estudiado nunca física les brindan la oportunidad de ponerse al nivel de sus compañeros. Los retos obligan a la colaboración y al trabajo en equipo, que es el modo en que trabajan los ingenieros. La presentación de los retos en forma de pósteres les obliga a sintetizar y presentar los resultados de forma visual. Por otro lado, el hecho de puntuarse unos a otros les ayuda a adquirir sentido crítico. Por todo ello, la experiencia de los retos en *Fundamentos de Física* ha sido evaluada positivamente tanto por los estudiantes que los han realizado, como por el profesorado que han tenido.

Los resultados académicos de los tres últimos cursos relativos a la asignatura de *Proyecto de sistemas y equipos electrónicos* se muestran en la tabla 2.

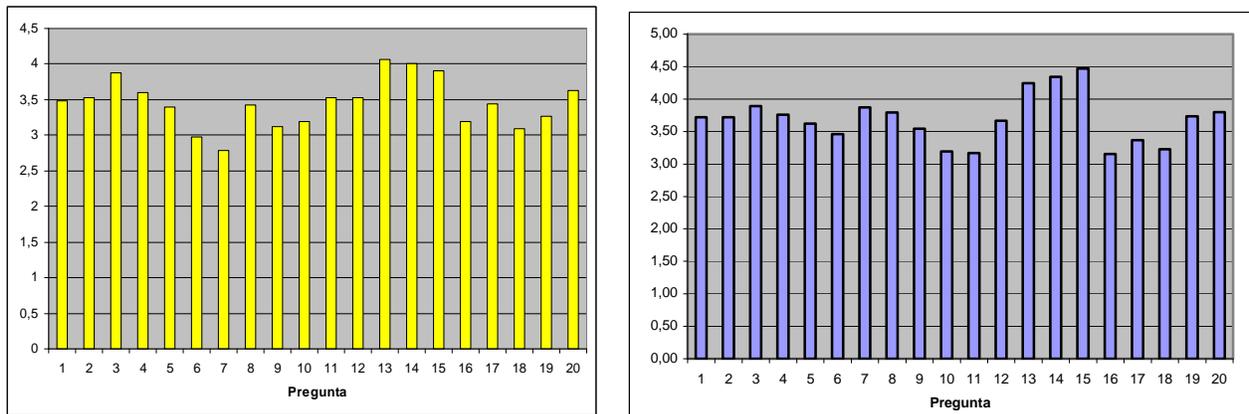
Asignatura		Proyecto de sistemas y equipos electrónicos					
Curso		2005-06		2006-07		2007-08	
Estudiantes		%	45	%	33	%	31
Nota	Sobresaliente	11	5	9	3	0	0
	Notable	53	24	60	23	70	22
	Aprobado	31	14	18	6	20	6
	Suspense	5	2	0	0	0	0
No presentados		0	0	3	1	10	3

**Tabla 2.** Resultados académicos de Proyecto de sistemas y equipos electrónicos

Para tener algún tipo de valoración por parte de los alumnos se ha realizado una encuesta anónima al finalizar el cuatrimestre. La figura 5 muestra los contenidos de la encuesta mientras que en la figura 6 se muestra un resumen de la puntuación de los estudiantes correspondiente a los cursos 2006/07 y 2007/08 en donde se puede constatar una tendencia al alza en todos los campos de la encuesta. También es de destacar que en el curso 2007/08 se han introduciendo como novedad la realización de *quick tests* para evaluar la calidad de la docencia.

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 <i>Fuentes de información</i> me parece interesante para mi formación
3.	El tema de <i>Documentación de un proyecto</i> me parece interesante para mi formación
4.	El tema de <i>El proceso de diseño</i> me parece interesante para mi formación
5.	El tema de la propuesta de proyecto es interesante para mi formación
6.	La sesión dedicada a " <i>Trabajo en grupo</i> " 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 interesantes para mi formación
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

**Figura 5.** Modelo de la encuesta realizada



**Figura 6.** Resultados de la encuesta del curso 2006-07 (izquierda) y del curso 2007-08 (derecha)

#### 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 a través de asignaturas cursadas en primer y tercer curso de la carrera. 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.

Se nota una buena evolución de las competencias transversales tratadas en las dos asignaturas. En tercero, la capacidad de buscar autónomamente información, diseño gráfico y la redacción del informe técnico parece que ha mejorado después de la implantación de la reforma en primero. Decimos parece porque este último curso ha sido el primero en que se ha cerrado el ciclo, y pretender hacer estadísticas todavía es prematuro.

#### Referencias

- [1] C. Hervada, C. Jaén, J.M. Quintela, *Ingeniería Electrónica Industrial: una experiencia en el desarrollo práctico de los créditos ECTS en la EUETIT (UPC)*, XIII Congreso Universitario de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas. Mas Palomas (Gran Canaria), Septiembre 2005
- [2] Smith, K.A.: *Project management and team work* New York. Mc-Graw Hill (2000).
- [3] 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).
- [4] C. Jaén, M. Lamich, A. Arias, V. Sala, *Una experiencia en el desarrollo de proyectos electrónicos en el marco del espacio europeo de educación superior*, VII Congreso TAEE, Madrid, Julio 2006, Sesión 2D, CD de actas 7paginas

**Apéndice: Contenidos de Fundamentos de Física**

MODULO 1: MECÁNICA	Presencial					No Pres.	Trabajo alumno			Peso Eval.
	T	P	L	ET	EP		TI	TC	Total	
	3	7	8	0.3	0.5	33	10.8	41	51.8	20
ACTIVIDADES:										
1.1 Leyes de Newton	1.5	3	2			2		8.5	8.5	
Repaso de álgebra vectorial						4	2	2	4	
1.2 Vibraciones	1.5	4	2			2		9.5	9.5	
Resolución de ejercicios recomendados						4	4		4	
Viscosidad			4			4		8	8	
Estudio del Módulo 1						4	4		4	
Reto 1						10		10	10	
Póster 1						3		3	3	
Evaluación M1.				0.3	0.5		0.8		0.8	
MODULO 2: ELECTROMAGNETISMO	Presencial					No Pres.	Trabajo alumno			Peso Ev.
	T	P	L	ET	EP		TI	TC	Total	
	7	33	8	0.6	2	89	59.6	80	139.6	70
ACTIVIDADES:										
2.1 Ley de Coulomb	1	7	2			2		12	12	
2.2 Ley de Gauss	0.5	4						4.5	4.5	
2.3 Potencial eléctrico	0.5	3	2			2		7.5	7.5	
Resolución de ejercicios						20	15	5	20	
2.4 Campo magnético	0.5	3						3.5	3.5	
2.5 Fuentes de campo magnético	0.5	3						3.5	3.5	
2.6 Inducción electromagnética	1	4						5	5	
Resolución de ejercicios						10	7	3	10	
2.7 Ondas electromagnéticas	1	2						3	3	
2.8 Interacción radiación-materia	0.5	2						2.5	2.5	
2.9 Propagación de las ondas	0.5	1	2			2		5.5	5.5	
2.10 Fenómenos ondulatorios	1	4	2			2		9	9	
Resolución de ejercicios						8	5	3	8	
Estudio del Módulo 2						30	30		30	
Reto 2: energía eléctrica, magnetismo en la materia, antenas						10		10	10	
Póster2						3		3	3	
Evaluación M2				0.6	2		2.6		2.6	
MODULO 3	Presencial					No Pres.	Trabajo alumno			Peso Ev.
TERMODINAMICA	T	P	L	ET	EP		TI	TC	Total	
	4	12	4	0.1	0.5	14	9.6	25	34.6	10
3.1 Temperatura y calor	1	3	4			4		12	12	
3.2 Propagación del calor	1	3						4	4	
3.3 Primer principio	2	6						8	8	
Resolución de ejercicios.						6	5	1	6	
Estudio del Módulo 3						4	4		4	
Evaluación M3				0.1	0.5		0.6		0.6	

\* T= Teoría, P= Prácticas, L= Laboratorio, ET= Examen teórico, EP= Examen práctico, TI= Trabajo individual  
TC= Trabajo cooperativo

**Contenidos de Proyecto de equipos y sistemas electrónicos**

DESCRIPCIÓN ACTIVIDAD	Presencial				No Presencial	Peso evaluación
<b>MÓDULO 1</b>	*T	P	ET	EP	TI+TC	%
<b>PRESENTACIÓN ASIGNATURA</b>	1	1			2	4
1.1 Descripción asignatura	0.5					
1.2 Formación de grupos	0.25					
1.3 Presentación tema propuestas	0.25				1	
1.4 Video <i>Trabajo en grupo</i>		1			1	
Evaluación M1.						
<b>MODULO 2</b>	T	P	ET	EP	TI+TC	%
<b>LAS FUENTES DE INFORMACIÓN</b>	2.5	1		2.5	4	7
2.1 Teoría	1				2	
2.2 Video <i>Presentaciones eficaces</i>		1				
2.3 Presentación y debate				2	2	5
2.4 Sesión biblioteca	1.5			0.5		
Evaluación M2						2
<b>MODULO 3</b>	T	P	ET	EP	TI+TC	%
<b>EL PROCESO DE DISEÑO</b>	1	1		2	4	7
3.1 Teoría	1				2	
3.2 Video <i>Cervezas y cajas de cervezas</i>		1				
3.3 Presentación y debate				2	2	5
Evaluación M3			0.6	2		2
<b>MÓDULO 4</b>	T	P	ET	EP	TI+TC	%
<b>DOCUMENTACIÓN DE PROYECTOS</b>	1	3		2.25	4	7
4.1 Teoría	1				2	
4.2 Presentación y debate				2		5
4.3 Video <i>Maestro</i>		1				
Evaluación M4				0.25		2
<b>MÓDULO 5</b>	T	P	ET	EP	TI+TC	%
<b>JORNADAS de CONFERENCIAS de INGENIERIA ELECTRÓNICA (JCEE)</b>		14		1	5	20
5.1 Asistencias a conferencias		14				10
Evaluación M5				1		10
<b>MÓDULO 6</b>	T	P	ET	EP	TI+TC	%
<b>LA PROPUESTA DE PROYECTO</b>	1	17			56	55
6.1 Teoría	1				1.5	
6.2 Ejemplos de propuestas		1			3.5	
6.3 Tutorías en grupo		16			11	20
6.4 Edición documento escrito					29	20
6.5 Edición póster					11	15
Evaluación M6						

\* T= Teoría, P= Prácticas, ET= Examen teórico, EP= Examen práctico, TI= Trabajo individual, TC= Trabajo cooperativo