

ENSAYO DE INNOVACIÓN DOCENTE EN UN CURSO BÁSICO DE ELECTRÓNICA INDUSTRIAL.

ARTAL J.S., MUR J., LETOSA, J. y USÓN A.

Departamento de Ingeniería Eléctrica. Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Industrial.

María de Luna, 3. Edificio Torres Quevedo. 50018.

Campus Tecnológico Río Ebro. Universidad de Zaragoza

e-mail: jsartal@unizar.es

En la presente comunicación se recoge un experimento de innovación docente ensayado durante todo el curso académico 2006-2007 en una asignatura de segundo curso de la titulación de Ingeniería Técnica Industrial, especialidad Electricidad durante el primero y segundo cuatrimestre. Tiene como precedente un ensayo de similares características realizado el curso anterior en otra asignatura de diferente titulación. El objetivo primordial ha sido contrastar los resultados académicos obtenidos por los estudiantes al utilizar distintos procedimientos de enseñanza-aprendizaje para impartir una misma materia. En el grupo de docencia se mantuvieron los mismos contenidos y objetivos de aprendizaje de conocimientos que fueron evaluados en el examen común correspondiente a las convocatorias oficiales, aunque a los estudiantes que se acogieron a los nuevos procedimientos se les ofreció un “menú” especial de evaluación donde además se consideraron las calificaciones obtenidas en las diversas actividades voluntarias. De la consecución de esta experiencia y en base a los datos mostrados se deduce que es posible alcanzar resultados equivalentes a los obtenidos con el procedimiento convencional. En algunos aspectos se intuyen mejoras pero en otros parece producirse un cierto empeoramiento.

1. Introducción

El Programa de Convergencia Europea de la Educación Superior, al que están adscritos 27 países europeos, requiere profundos cambios en la estructura y la metodología del proceso enseñanza/aprendizaje [1], [2]. Por todo ello se encuentran en marcha en nuestra Universidad y muchas otras Proyectos Piloto de adaptación de las titulaciones al Espacio Europeo de Educación Superior EEES, que permiten a los docentes contrastar sensaciones y ensayar en el aula mecanismos previsibles de mejora sobre los nuevos procedimientos didácticos [3], [4].

En esta línea el año pasado se efectuó un pequeño ensayo durante todo el curso académico (1 y 2 parcial, teoría y problemas incluidos) en la asignatura Electrónica Industrial, con la finalidad de comparar los resultados de aprendizaje sobre un grupo de docencia -G43- en función de los procedimientos de enseñanza / aprendizaje utilizados [5]. El experimento se inició en el marco de las ayudas a proyectos piloto de adaptación de las titulaciones de la Universidad de Zaragoza al Espacio Europeo de Educación Superior 2005-2006. (Orden ECI/924/2005, de 21 de marzo del MEC). Los detalles sobre la realización del ensayo, resultados y conclusiones obtenidas que dan pie a la presente comunicación pueden verse en distintos de los epígrafes del informe [6].

A la luz de los resultados obtenidos el año anterior, hemos creído interesante continuar y ampliar esta experiencia con el fin de incrementar los datos sobre las posibilidades didácticas del procedimiento ensayado y su potencialidad en la mejora de los resultados de aprendizaje [5], [7].

Así en esta comunicación se resumen los procedimientos utilizados en la asignatura Electrónica Industrial en el transcurso del curso 2006/2007 y los resultados finales alcanzados. En el grupo de docencia se mantuvieron los mismos contenidos y objetivos de aprendizaje de conocimientos que fueron evaluados en el examen común correspondiente a las convocatorias oficiales. Aunque a los estudiantes que se acogieron a los nuevos procedimientos se les ofreció un “menú” especial de evaluación en el que también se consideraban los resultados y calificaciones obtenidas en las actividades desarrolladas de forma voluntaria a lo largo del curso académico.

2. El Ensayo de Innovación Docente llevado a cabo en la asignatura Electrónica Industrial.

En este ítem vamos a describir de forma breve el ensayo de innovación docente llevado a cabo durante el curso 2006/07 en la asignatura de Electrónica Industrial. La asignatura de Electrónica Industrial esta adscrita al segundo curso de Ingeniería Técnica Industrial especialidad Eléctricos, posee un único grupo de docencia con aproximadamente 160 alumnos matriculados en total durante este año. Dentro del plan de estudios es una asignatura anual, troncal y obligatoria con 10,5 créditos; mientras que esta disciplina de conocimiento es, para la mayoría de los estudiantes el primer contacto que tienen con la materia en cuestión. El experimento se ha llevado a cabo durante todo el curso, lo que corresponde a 90 horas de clase de teoría y problemas tipo magistral junto con 15 horas de prácticas de laboratorio.

El proyecto que se ha desarrollado en este curso académico continua con los trabajos llevados a cabo durante el curso 2005/06, que fundamentaron la petición de ayudas de proyectos de innovación docente y renovación pedagógica en anteriores convocatorias [6].

Uno de los handicap para la enseñanza de esta disciplina en el contexto señalado es la motivación (para el alumno es la primera toma de contacto con una asignatura donde se le exige y valora la capacidad de síntesis -problema de diseño-); el estudiante debería ver lo antes posible las aplicaciones y utilidades de la materia aplicada a la ingeniería (p.e.: regulación de velocidad y control de posición en máquinas eléctricas, robótica, dispositivos de potencia...) aunque sea en una fase muy simplificada. De esta forma, las líneas de actuación que fueron llevadas a cabo en los anteriores cursos complementan los objetivos marcados en la asignatura; así se han efectuado una serie de actuaciones iniciadas en el curso 2003/04 orientadas a distintos aspectos.

- Se han planteado numerosos problemas basados en aplicaciones tecnológicas e industriales reales, tanto para la realización en la pizarra como propuestos para trabajo de los estudiantes en la preparación de la asignatura. Estos problemas de diseño se han simplificado cuantitativamente para adaptarse al nivel requerido.
- La implantación de nuevas demostraciones de laboratorio ha permitido al alumnado presente experimentar y adquirir un mayor conocimiento de los conceptos presentados en la teoría -vista en el aula y desarrollada de forma magistral-. En la actualidad se están construyendo nuevos sistemas y prototipos electrónicos destinados a mejorar la asimilación de los conceptos más relevantes.
- Se han introducido pequeños exámenes tipo test denominados SCP “*Simulacro de Conocimientos Previos*” -de carácter voluntario- que poseen las mismas características y forma de evaluación que la prueba teórica. Su objetivo es que los estudiantes obtengan una primera perspectiva de la prueba escrita, adquiriendo destreza en su resolución y evaluando los conocimientos alcanzados hasta ese momento.
- Asociados al periodo docente, y de manera voluntaria, se ofrecen una serie de actividades denominadas talleres -tutorías colectivas- que permiten a los estudiantes trabajar los temas propuestos en clase. Se plantean en grupos reducidos, en los cuales los alumnos disponen de tiempo para resolver los problemas indicados. Se fomenta el trabajo cooperativo y el aprendizaje activo entre los estudiantes. Durante este tiempo un profesor está disponible

para resolver las dudas que surgen. Se considera que esta actividad contribuye a equilibrar las diferencias conceptuales iniciales entre los estudiantes y mejora el rendimiento del proceso de aprendizaje.

- También se han propuesto trabajos voluntarios -basados principalmente en aplicaciones básicas de los dispositivos semiconductores- para la construcción de pequeños prototipos, con la participación de los estudiantes, de los cuales han resultado algunas demostraciones en el laboratorio.
- En la actualidad se estudia la viabilidad de introducir los materiales docentes desarrollados en el Anillo Digital Docente (ADD) de la Universidad. Por ello se ha participado en la convocatoria PESUZ con objeto de contribuir a la mejora de la docencia en modo semipresencial.

De todas estas actuaciones, muy bien recibidas en general por los estudiantes, destacan los experimentos realizados en el laboratorio que les permiten visualizar cuestiones cruciales que se están explicando en la pizarra. El objetivo principal que se ha buscado ha sido acercar los conceptos teóricos a la práctica propia de las actividades de la Ingeniería, convenciendo al estudiante de la relación entre la teoría que se debe aprender y la realidad a la que habrá de enfrentarse en el ejercicio de su profesión.

Ahora bien, en este curso académico hemos querido dar un paso más, se ha propuesto un pequeño cambio en la metodología docente aprovechando la proximidad de implantación de los nuevos planes de estudio dentro del Espacio Europeo de Educación Superior (EEES). Este nuevo experimento consiste en la aplicación de un método de aprendizaje activo en la asignatura basado en la resolución de problemas, aprendizaje activo-cooperativo [8], [9].

La idea principal está basada en mantener los mismos objetivos de aprendizaje de conocimientos, que se evaluarán en un examen común, aunque a los estudiantes que se acogen a los nuevos procedimientos se les ofrece una “*evaluación especial*” donde además se tiene en consideración los resultados obtenidos en las diversas actividades. En cuanto al procedimiento a seguir, al comienzo del curso se explicaron a los estudiantes los principios básicos de las nuevas actividades a desarrollar, que en esencia se resumen en el siguiente apartado.

Nuestra experiencia como docentes nos indica que los cambios a introducir deben ser lentos y metódicos, dando tiempo suficiente a los alumnos para que se adapten a la nueva experiencia educativa y proporcionando nuevas alternativas para aquellos que no deseen participar. Así, al comienzo del curso académico se propuso a los estudiantes la participación “de forma voluntaria” -debido a la existencia de un solo grupo de docencia (G43)- en el nuevo procedimiento docente; para ello se les pidió una ficha de inscripción. Para todos aquellos alumnos que no se apuntaron al ensayo se optó por la evaluación clásica basada únicamente en la resolución de los exámenes parciales o de la convocatoria oficial pertinente.

2.1. Procedimiento Activo-Cooperativo aplicado a la Resolución de Problemas.

La experiencia se inició en los talleres (tutorías en grupo aplicadas a la resolución de problemas donde se fomenta la participación del alumnado presente) sobre ellas se dieron las directrices adecuadas en cuanto a metodología de trabajo se refiere [10], [11] (tipo de problemas a analizar, trabajo en grupo, organización, tiempo de resolución,...) para posteriormente extrapolar la metodología en algunas clases de teoría destinadas a la resolución de problemas. Con ello se pretendía una adaptación más rápida de la masa del alumnado asistente a clase ya que serán los propios compañeros que han participado en los talleres los que les sirvan de guía en la nueva experiencia.

En cuanto a la evaluación de la experiencia se proporcionó un pequeño porcentaje 10% sobre la nota definitiva obtenida en el examen final de la asignatura, lo que conlleva la obtención de una nota

menor en el examen para considerar superada dicha prueba. De igual forma se exige una nota mínima en la prueba teórica escrita para evitar ese inherente tedio asociado a la participación en una prueba evaluable cuando el estudiante se sabe aprobado. El objetivo era comparar los resultados logrados por los estudiantes que colaboraban en el ensayo docente con el resto de compañeros que no participaban en el mismo.

De manera voluntaria y formando grupos de 3 personas, los alumnos/as se agruparon para participar en la resolución de la colección de problemas asociados a cada unidad didáctica de la asignatura (10 temas en total). Una vez resueltos los problemas propuestos, los diferentes grupos se presentan ante el profesor de la asignatura para la realización de la prueba puntuable en un plazo no superior a 10 días hábiles a partir de la finalización de la teoría correspondiente al tema de estudio en el aula.

Esta prueba posee dos partes claramente diferenciadas, trabajo individual y colectivo, representando cada una de ellas una valoración del 50% del valor total (1 punto). En cada problema se tiene en consideración no sólo el resultado sino el proceso de resolución –lo que evita que sólo se preocupen del resultado numérico del problema-. En la primera parte (individual) se asigna, de forma aleatoria e independiente, un problema de la colección a cada miembro del equipo. La nota final de la parte individual se obtendrá como media aritmética de los resultados de cada pregunta. Indicar que un desarrollo incorrecto u omisión en el resultado se penalizaba con una pequeña calificación negativa; lo que provocaba una motivación extra entre los integrantes del grupo ya que se preocupaban de que la resolución que habían escogido fuese la correcta.

En la segunda parte (colectiva) se proporciona un problema semejante a los de examen para su resolución conjunta. Para ello los grupos disponen de un tiempo máximo de 20 minutos lo que conlleva la necesidad del trabajo cooperativo. La nota final de cada tema será la suma de los resultados obtenidos en la prueba individual y colectiva. De momento no se han desarrollado pruebas evaluables con respecto a las competencias transversales que han podido adquirir los estudiantes durante el desarrollo del ensayo docente. De la misma forma, la puntuación total se corresponde con la media aritmética obtenida entre los diferentes temas. Todos los integrantes del equipo obtienen la misma puntuación.

Grupo	Nº matriculados	Nº alumnos en clase 1 ^{eras} semanas	% alumnos en clase	Nº alumnos en clase fin 2 ^{do} parcial	% alumnos en clase
G43	160	94	58,75	63	39,37

Tabla 1: Asistencia a clase del alumnado en la asignatura de *Electrónica Industrial* especialidad: *eléctricos* durante el curso académico 2006/07.

Analizar el contexto educativo así como el perfil del alumnado en la asignatura es otra información que puede resultar útil y que complementa los números aportados en la tabla 1. De esta forma si observamos el porcentaje del número de alumnos (comienzo del curso 2006/07) que se matriculan por primera vez en la asignatura son 38,13% (61 estudiantes) frente a los 99 alumnos (61,87%) que repiten matrícula. Ahora bien, este dato que parece sorprendente no lo es tanto si contrastamos el número de alumnos que se han presentado en alguna ocasión a un examen de la asignatura. De esta manera, podemos indicar que el 91,25% del alumnado (146 personas) no se habían presentado nunca a un examen aunque no sea su primera matrícula; mientras que del resto de la muestra, el 5,63% (9 alumnos) se han presentado una sola vez a examen oficial y el 3,12% (5 alumnos) se han presentado en dos o más ocasiones.

En cuanto a los resultados académicos obtenidos tras la aplicación de este nuevo método se han efectuado varias comparaciones. En primer lugar se analizan los resultados globales de los parciales y

convocatorias de cursos anteriores (procedimiento magistral) y los obtenidos en el año 2006/07. La comparación se muestra en la tabla 2; en dicha tabla se han representado el número de aprobados y su porcentaje con respecto a los alumnos que se han presentado a examen. Indicar que con el subíndice “p” se han señalado los alumnos que han superado los conocimientos por parciales, y a efectos prácticos -por no falsear la muestra- no se han computado en los porcentajes %Apr/pres. con respecto a los que se presentan en la primera convocatoria, debido principalmente a la alta tasa de absentismo.

	2004/05	2004/05	2005/06	2005/06	2006/07	2006/07
	n° aprobados	% Apr/pres	n° aprobados	% Apr/pres	n° aprobados	% Apr/pres
1 Parcial	12	27,27	18	39,13	26	39,40
2 Parcial	13	46,43	13	38,24	24	42,86
1 Convocatoria	10+05p	71,43	10+09p	62,50	17+17p	77,28
2 Convocatoria	07	77,77	08	53,34	14	73,68
3 Convocatoria	03	33,34	02	28,57	07	58,33

Tabla 2: Comparación de los resultados académicos obtenidos en los cursos 2004/05, 2005/06 y 2006/07 en la asignatura Electrónica Industrial. En el curso 2004/05 hubo 124 alumnos matriculados, en el curso 2005/06 hubo 135 alumnos matriculados mientras que en el 2006/07 hemos tenido 160, de los que 57 se inscribieron al nuevo procedimiento activo de resolución de problemas.

De los números presentados en esta tabla 2 no se observa una mejora significativa, en cuanto al porcentaje de alumnos que superan la asignatura con respecto a los presentados en cursos anteriores. Esto es debido a que el número de alumnos que se han presentado al examen en este último curso es mayor que en anteriores ocasiones. Una de las causas de este comportamiento puede encontrarse en la entrega continuada de los ejercicios durante el transcurso del curso lo que ha obligado a un seguimiento del temario de la asignatura más homogéneo y coherente, solucionando las dudas que les surgían de una manera más breve -debido principalmente a que al final de cada capítulo pasaban la pertinente prueba de conocimientos evaluable-. Esto se traduce en un estudio mucho más constante con respecto al intervalo temporal del curso académico; dicho de otra forma los estudiantes no dejan para el último día el estudio de la asignatura lo que puede traducirse aparentemente en un incremento en el número de aprobados.

Ahora bien, donde podemos observar una notable mejoría dentro de la tabla 2 es el estudio correspondiente al número de aprobados con respecto al de matriculados por curso académico. Así durante el curso 2004/05 este porcentaje se correspondió con el 20,16%, mientras que en el año 2005/06 se mantuvo en el 21,48%; con la nueva metodología implementada en el 2006/07 este indicador se ha incrementado hasta el 34,38%. Si por ejemplo se analiza la tasa de aprobados con respecto a los presentados en convocatoria oficial %Apr./pres. durante el curso 2006/07 (ver tabla 3) se obtiene que en la 1 convocatoria este ratio alcanza un 77,28% mientras que adopta un valor del 73,68% en la 2 convocatoria. Del mismo modo hay que indicar que estos datos generan algunas reservas con respecto a la bondad del procedimiento evaluado debido principalmente al bajo número de presentados a examen frente a matriculados en la asignatura -alta tasa de absentismo-.

Una de las posibles causas de la baja participación del alumnado en la asignatura podía estar ocasionada por el nivel exigido en la misma. Por este motivo se efectuó un proceso de comparación del temario impartido en ella con respecto al desarrollado en otras universidades españolas y europeas; para nuestra sorpresa en ocasiones el nivel requerido llega a ser incluso inferior al desplegado en otras universidades. Sin embargo, teniendo en consideración los test de conocimientos iniciales efectuados al comienzo de cada curso académico a los alumnos matriculados -clase de presentación- podemos observar como estos últimos no tienen asentados conceptos considerados cruciales para el correcto aprendizaje de la asignatura; destacan por su relevancia las carencias matemáticas y de análisis de

circuitos que presentan¹. Se podría en definitiva seguir buscando factores o efectuar un análisis detallado de motivos, aunque tampoco es nuestro objetivo, y probablemente caeríamos en discusiones estériles. Advertir que en la mayoría de las ocasiones estos conocimientos deberían haberse adquirido incluso antes de inscribirse en la universidad [12].

	2006/07	2006/07	2006/07	2006/07	2006/07	2006/07
	n° aprobados	n° presentados	% Apr/pres	% Apr/PRL	% Apr/no PRL	% Apr/alum metodología
1 Parcial	26	66	39,40	80,77	19,23	36,84
2 Parcial	24	56	42,86	83,33	16,67	35,09
1 Convocatoria	17+17p	22	77,28	88,23	11,77	26,31
2 Convocatoria	14	19	73,68	64,28	35,72	15,79
3 Convocatoria	07	12	58,33	14,28	85,72	1,75

Tabla 3: Comparación de resultados académicos entre los alumnos que han participado en el ensayo de innovación docente en el curso 2006/07 (57 alumnos) y los estudiantes que no han participado (103 alumnos) -hay que indicar que la gran parte de estos alumnos causan absentismo dejando la asignatura desde el comienzo del curso- con respecto al número total de aprobados por prueba realizada.

Otro dato interesante que puede ser objeto de comparación es el número de alumnos que han participado en la nueva metodología y los que no han participado con respecto al número total de aprobados, tabla 3. Puede observarse como el porcentaje de aprobados (respecto al conjunto total) siguiendo la metodología expuesta $\%Apr/PRL$ es muy representativo, siendo en todos los casos mucho mayor que el número de aprobados que no han seguido el ensayo $\%Apr/no_PRL$. La columna $\%Apr/alum_metodología$ representa el porcentaje total de aprobados en cada examen de los participantes en la resolución de la colección de problemas con respecto al número total de estudiantes que han participado en el proyecto (57 alumnos).

Es conveniente hacer notar que de los 57 alumnos -19 grupos- (35,62% de participación respecto a los matriculados) que iniciaron el ensayo sólo 48 estudiantes -16 grupos- lo concluyeron, lo que supone un 84,21% de éxito. También hay que indicar que un 15,79% del alumnado que se inscribió en la nueva metodología abandonó el ensayo antes de llegar al ecuador del curso. Observando la incidencia que tiene el nuevo procedimiento sobre el perfil del alumnado podemos apuntar que el 38,60% (22 alumnos) de los inscritos es la primera vez que se matriculan en la asignatura, el 56,14% (32 alumnos) son estudiantes que aunque han estado matriculados en alguna ocasión nunca se han presentado a un examen de la materia, mientras que el 5,26% (3 alumnos) se corresponden con repetidores que se han presentado en alguna ocasión a una prueba de conocimientos. De la misma manera si analizamos el perfil tipo de los alumnos que abandonaron el procedimiento cabe observar que un 10,52% (6 alumnos) es la primera vez que se matriculaban mientras que un 5,26% (3 alumnos) son estudiantes que han estado matriculados en alguna ocasión pero que no se habían presentado a examen.

¹ Desde el curso 2003/04 al inicio de cada año académico, en la clase de presentación preferentemente, se efectúa un test de conocimientos a los estudiantes con objeto de valorar a grosso modo el nivel de conocimientos de partida. Esta pequeña prueba consiste en la resolución de un total de 30 preguntas -tipo test- (a elegir la respuesta correcta entre 4 posibles opciones) relacionadas en la mayoría de las ocasiones con fundamentos físicos -análisis de circuitos- y herramientas matemáticas sobre las cuales nos apoyaremos posteriormente para explicar muchos de los ítems a lo largo del curso. Típicos ejemplos de preguntas matemáticas son: resolución de integrales o derivadas sobre funciones cuadráticas y trigonométricas, cálculo con números complejos, propiedades de logaritmos o representación gráfica de funciones,...; en cuanto al análisis de circuitos destacan: resolución de equivalentes Thevenin y Norton, cálculo de constantes de tiempo, resolución de transitorios mediante la transformada de Laplace,...

Si analizamos el número de participantes en esta metodología que supera la prueba escrita (con respecto al número total de inscritos que inició el ensayo) se observa que a fecha de realización del presente documento un 66,67% han superado la asignatura. Lo que nos deja un pequeño margen del 17,54% de alumnos que han concluido correctamente la nueva metodología planteada pero que no se han presentado a la prueba de conocimientos en convocatoria.

	2004/05	2004/05	2005/06	2005/06	2006/07	2006/07
	nº aprobados	% Apr_pp/aprob.	nº aprobados	% Apr_pp/aprob.	nº aprobados	% Apr_pp/aprob.
1+2 Parcial (p)	05	20,00	09	31,03	17	30,90
Total curso	25	---	29	---	55	---

Tabla 4: Comparación de resultados académicos entre los alumnos que superan la asignatura por parciales (primera convocatoria marcados con el subíndice p) con respecto al total de alumnos aprobados durante varios cursos académicos. Indicar que en el curso 2006/07 se han efectuado los diferentes procedimientos docentes, aunque se obtienen datos %Apr_pp/aprob. comparables al curso 2005/06.

Una información de interés, que puede ofrecer algo de luz sobre el esfuerzo constante requerido al alumnado, es la comparativa entre el número de estudiantes que han superado la asignatura por parciales con respecto al número total de aprobados por curso, ver la tabla 4. Aparentemente durante el curso 2006/07 se aprecia una ligera mejoría en cuanto al número total de aprobados en comparación con ulteriores cursos. Ahora bien si observamos en este último año el porcentaje de alumnos que superan la asignatura por parciales respecto al número de aprobados %Apr_pp/aprob. se obtiene un 30,90% cifra poco significativa si la relacionamos con el porcentaje del curso 2005/06 (31,03%) donde no se implanto ningún tipo de ensayo metodológico.

De esta manera, tampoco podemos indicar que el ensayo metodológico realizado haya sido concluyente -no aporta ninguna mejoría apreciable en el coeficiente %Apr_pp/aprob. respecto al anterior curso-. Aunque en comunicaciones asociadas con este tipo de metodologías activas-colaborativas se indica que uno de sus puntos fuertes es que reconoce que los alumnos van adquiriendo conocimientos, habilidades y competencias conforme avanza el temario de la asignatura; [13] este detalle no ha podido ser comprobado ni contrastado en el ensayo planteado.

Otro aspecto que suscita interés a todos los efectos, es que el 69,09% de los alumnos que han superado la asignatura durante este curso 2006/07 han participado en el ensayo docente presentado mientras que sólo un 30,91% del total no lo han considerado necesario. Entre los motivos que estos últimos han reseñado para no apuntarse destaca: el *no haber encontrado compañeros* que les garantizaran suficiente confianza para llevarlo a buen fin -no hay que olvidar que en caso de error u omisión podía incluso obtenerse nota negativa- o que se encuentran simultaneando varias tareas estudio y trabajo -*poca disponibilidad de tiempo material*-. Aunque destaca su opinión sobre la metodología ensayada considerándola de gran ayuda para el estudio de los conceptos teóricos de la asignatura porque *obliga a llevarla al día*.

Un dato que puede generar algunas reservas respecto a la bondad de la metodología utilizada es el siguiente: De los 38 aprobados de entre los estudiantes que han seguido el nuevo procedimiento hasta la fecha -1, 2 y 3 convocatoria-, 12 estudiantes (31,58%) suspenden el examen común correspondiente a la prueba escrita; 8 de ellos (representan un 21,05%) obtuvieron una nota en el examen inferior a 4 puntos.

Otro ratio que puede resultar interesante en el estudio del ensayo de una metodología activa en el contexto de la asignatura es el relativo a la tasa de participación de los estudiantes -caso inverso a la tasa de absentismo-. Así en la tabla 5 se nos muestra el número de alumnos que se han presentado a

las diversas pruebas escritas evaluables y el porcentaje de participación representativo $\%Pres./matricul.$ con respecto al número de matriculados. De la observación de la tabla podemos deducir que aparece un pequeño incremento en cuanto a la tasa de participación del 1 y 2 parcial del curso 2006/07 (curso académico que se efectuó el ensayo docente). Pero indicar, de igual manera para no falsear los porcentajes mostrados, que este pequeño incremento es muy probable que sea debido a que la asignatura de Electrónica Industrial en éste último curso fue la primera en iniciar los exámenes parciales correspondientes al segundo curso de la titulación (con el previsible aumento de presentados a examen). Así podemos concluir que aunque se han introducido diversos procedimientos de aprendizaje activos, este hecho no ha supuesto un incremento considerable de la participación del alumnado -reducción de la tasa de absentismo-.

	2004/05	2004/05	2005/06	2005/06	2006/07	2006/07
	nº presentados	% Pres./ matricul.	nº presentados	% Pres./ matricul.	nº presentados	% Pres./ matricul.
1 Parcial	44	35,48	46	34,07	66	41,25
2 Parcial	28	22,58	34	25,18	56	35,00
1 Convocatoria	14	11,29	16	11,85	22	13,75
2 Convocatoria	09	07,26	15	11,11	19	11,87
3 Convocatoria	09	07,26	07	05,18	12	07,50

Tabla 5: Comparación de la tasa de participación de los estudiantes en las diversas pruebas escritas evaluables obtenidas durante los cursos 2004/05, 2005/06 y 2006/07 en la asignatura Electrónica Industrial. En el curso 2004/05 hubo 124 alumnos matriculados, en el curso 2005/06 hubo 135 alumnos matriculados mientras que en el 2006/07 han sido 160 los estudiantes matriculados.

De la consecución de esta experiencia se ha podido extraer importante información sobre la forma del aprendizaje en grupo y la relación entre el tiempo aproximado que le cuesta al alumno medio resolver los diferentes ejercicios propuestos y el destinado por el profesor en su resolución [13], [14]. De igual forma nos encontramos en situación para poder razonar en términos comparativos sobre los principios del aprendizaje autónomo y cooperativo con respecto al magistral o guiado. No hay que olvidar que toda esta serie de pruebas sirven como realimentación al profesor para conocer en todo momento la evolución del proceso enseñanza-aprendizaje del alumnado, y como éstos progresan en el contexto de la asignatura.

2.2. Valoración de la carga de trabajo del profesor.

Como hemos comentado en apartados anteriores vamos a valorar el tiempo de profesor destinado a preparar el ensayo expuesto en el presente documento. Tenemos que indicar que en el número de horas computadas no se han considerado las horas asignadas de POD a cada profesor –para no perturbar los ratios calculados–, es decir las horas de teoría, problemas (tipo magistral) y prácticas experimentales de laboratorio asignadas en el encargo docente; esto es debido a la existencia de un solo grupo de docencia G43 y al deseo de algunos estudiantes de no intervenir en las nuevas prácticas o metodologías docentes, lo que imponía la consecución de ensayos voluntarios. Dicho de otra forma, la teoría y práctica asignada a la asignatura por el POD se mantenían sin variación –había alumnos que no participaban en los ensayos planteados– mientras que los nuevos procedimientos se realizaban con horas no contempladas en el encargo docente.

En la tabla mostrada a continuación se observan los tiempos de profesor dedicados a cada una de las actividades desarrolladas para la preparación, ejecución del nuevo procedimiento y evaluación de los estudiantes. Hay que indicar que en algunos supuestos era la primera ocasión en la que se implementaba una nueva metodología por lo que es lógico pensar que si en cursos sucesivos se repitiese el ensayo esta estimación temporal descendiese.

Comentar que los tiempos estimados en la implantación del método son tiempos netos, por lo que a efectos de planificación habrían de incrementarse un 10% para tener en consideración el período de descanso habitual de una jornada laboral. También hay que citar que han sido tomados por un profesor que lleva más de seis años en la docencia de la asignatura de Electrónica Industrial y que posee abundante material e información relacionada con la materia que nos ocupa.

Según lo indicado en el párrafo anterior y teniendo en consideración la implantación de un procedimiento activo-colaborativo como el aquí descrito, el incremento de coste de profesor a largo plazo no debe ser un problema importante, salvo en los primeros años de implantación. También es comprensible que para profesores noveles con pocos años de experiencia en la docencia de una asignatura habría que multiplicar por un factor corrector k el tiempo de preparación. De igual forma, no parece recomendable encargar a profesores noveles la implantación de nuevos procedimientos ya que al tener que dedicar un esfuerzo muy importante en preparar los contenidos, unido a la preparación de los nuevos materiales, puede desbordar su capacidad de trabajo.

	Previos	T1+T2	T3+T4	T5	T6+T7	T8+T9	T10	Final	Total
Prep Doc. de presentación	12								12
Prep. de materiales de estudio		19,5	18	8,5	20	21,5	9,5		97
Corrección Test		5	4,5	3,5	6,5	7	3,5		30
Corrección Problema		19,5	14,5	11	19,5	20	7,5		92
Pasar notas teoría		2	1,5	0,5	1,5	1,5	0,5		7,5
Vigilar prueba PBL		12	10	10	11,5	12	9		64,5
Revisión				2			1,5		3,5
Análisis resultados								5,5	5,5
Diario ensayo problema								1,5	1,5
									0
Total (horas dedicadas)	12	58	48,5	35,5	59	62	31,5	7	313,5

Tabla 6: Detalle de los tiempos de profesor dedicados a la metodología de Resolución de Problemas iniciado en el transcurso del curso académico 2006/07; indicar que sólo 57 alumnos (representan el 35,62% respecto a matriculados) participaron en esta experiencia.

En el procedimiento de resolución de problemas se inscribieron 57 alumnos que constituyeron 19 equipos; si analizamos a grosso modo los resultados obtenidos en el transcurso del curso académico se obtiene una estimación en la dedicación del profesor de 1,85h por equipo/tema (ver tabla 6). Apuntar que del análisis de los datos aportados se observa que una posible optimización de la metodología planteada podría pasar por reducir el número de horas en las cuales el profesor debe estar al cuidado de los estudiantes (representa un 20,58% del tiempo total empleado); para ello se debería establecer unos horarios definidos al comienzo de los parciales y unas instalaciones acordes al procedimiento activo y a la cantidad de participantes.

Del mismo modo, es importante reseñar que la implantación de nuevas metodologías docentes hizo necesario un incremento considerable en el número de horas de tutorías, cuestión que no fue contemplada al comienzo del curso académico. Por lo general las causas pueden encontrarse en que los alumnos que seguían las metodologías activas desarrollaban un estudio mucho más continuado -recordar que los inscritos en el ensayo de problemas debían presentarse a la correspondiente prueba evaluable al final de cada tema lo que incrementaba el número de consultas sobre procedimientos de resolución y resultados de los problemas- lo que provocó en alguna ocasión una saturación de las mismas. Este hecho suscitó un cierto desconcierto y descontento entre los estudiantes, principalmente sobre aquellos que no deseaban participar en las nuevas prácticas docentes y se encontraban inmiscuidos en dicha situación. Una vez detectada dicha contrariedad se optó por incrementar el número de horas destinadas a la resolución de las dudas (tiempo adicional, no recogido en los horarios oficiales de tutorías, destinado a resolver dudas a estudiantes que se encontraban participando en el procedimiento docente que se estaba ensayando).

En cuanto a la valoración de la carga docente a los estudiantes que han participado en los ensayos propuestos hay que citar que se les invito a que entregasen el tiempo que habían dedicado al procedimiento de resolución de problemas, obteniendo datos muy curiosos y extrapolables a la carga docente de la asignatura [14]. En posteriores comunicaciones se hará un estudio pormenorizado de estos resultados. No obstante después de un análisis reducido de los mismos y contemplado el contexto natural (en todos los supuestos planteados la tasa de participación con respecto a los alumnos matriculados no es muy elevada), se puede observar que los resultados son muy semejantes; en cuanto a la dedicación temporal por parte del alumnado participante se refiere.

3. Conclusiones.

Aunque frecuentemente se puede escuchar que los procedimientos activos y cooperativos llegan a un número mayor de estudiantes que las clases magistrales y que por tanto permiten mejorar drásticamente el número de estudiantes que alcanzan los objetivos de conocimiento marcados al inicio del curso o que se observa una mejoría con respecto al ratio de estudiantes que participan de forma voluntaria a las actividades programadas; en este experimento docente llevado a cabo durante el curso académico 2006/07 no se ha podido demostrar ninguno de estos supuestos.

Como se ha indicado en los apartados anteriores el porcentaje de aprobados con respecto a presentados *%Aprob./pres.* –tabla 2– no sufre una variación importante si se coteja con años anteriores (aunque en el curso académico 2006/07 se hayan introducido nuevos procedimientos docentes). Si se efectúa una comparación de los presentados por convocatoria con respecto a los matriculados *%Pres./matricul.* –tabla 5– se observa una ligera mejoría en los exámenes parciales, aunque indicar que en este último año académico el examen de la asignatura Electrónica Industrial era el primero en desarrollarse de entre las asignaturas que comparten segundo curso de la titulación, lo que conlleva por lo general un mayor número de presentados. No obstante, cuando se compara el número de aprobados en el examen común frente a inscritos los resultados son comparables con los obtenidos en años anteriores.

A la vista de los datos obtenidos en este experimento, podría decirse que los resultados objetivos en cuanto al aprendizaje de conocimientos son similares a los de años anteriores, aún considerando las calificaciones dadas por las actividades desarrolladas de forma voluntaria. De esta manera, mientras no se demuestren las competencias transversales y habilidades adicionales que han conseguido los estudiantes que siguieron estas nuevas metodologías de aprendizaje no podrá decirse que el nuevo procedimiento mejora el ya implantado con anterioridad. De lo expuesto se deduce que es preciso ser muy cauto con los cambios metodológicos que se propongan. Estos cambios han de ser experimentados a pequeña escala, de forma sistemática y durante varios años, haciendo comparaciones con los procedimientos actuales para concretar donde puede realmente mejorarse con el cambio.

Es importante hacer notar que el tiempo de profesor necesario para la implantación de las nuevas metodologías aumenta de forma razonable con respecto a los procedimientos tradicionales, principalmente -como era de prever- en los primeros años de realización. De este modo centrándonos en nuestro experimento docente y considerando que el ensayo desarrollado durante este curso 2006/07 se ha efectuado en paralelo con la teoría impartida en el aula (hecho acontecido por la existencia de un único grupo de docencia -G43- y como consecuencia de que algunos alumnos no deseaban formar parte de las nuevas prácticas docentes, recordar que se efectuó con la participación del alumnado de forma voluntaria); planteándose en algunos supuestos como actividades docentes que podían complementar a la teoría magistral. Así su implementación de forma continua y mantenida por un único docente, según los datos aportados se obra como labor insostenible. Ahora bien, teniendo en consideración los resultados y ratios temporales obtenidos podría resultar una buena práctica docente la sustitución de algunas clases magistrales -teoría o problemas- por la implementación de este tipo de metodologías activas-colaborativas como complemento docente, de este modo no sería de esperar a la larga una diferencia excesiva.

En cuanto a la valoración de parte de los alumnos participantes podemos encontrarnos con opiniones muy diversas: Los *alumnos noveles* opinan que el método activo seguido en esta asignatura es *equivalente o mejor que el tradicional* seguido por otras asignaturas del mismo curso (tipo magistral), mientras que los *repetidores* (alumnos que ya se han presentado en alguna ocasión al examen de asignatura) piensan que es *peor o mucho peor*. La mayoría de los alumnos participantes dicen que les supone un mayor esfuerzo el seguimiento de este nuevo procedimiento con respecto al convencional -no hay que olvidar que la participación era voluntaria-. Indicar que el grado de satisfacción global de los estudiantes, hasta el momento, con respecto a la metodología implementada y la asignatura es bueno, citar que lo consideran idóneo ya que les ayuda a realizar un *aprendizaje mucho más continuado*; permitiéndoles *aprovechar de mejor forma el tiempo*.

Desde el punto de vista del *profesor*, uno de los puntos débiles que se ha manifestado en las metodologías activas-colaborativas que se han implementado durante el curso académico 2006/07 son el *mayor número* de horas de *tutorías* que se han precisado para el correcto devenir de la asignatura. Este hecho ocasionó que en determinadas ocasiones se desbordaran las mismas; el número de alumnos que acudían con dudas en los nuevos procedimientos unidos con aquellos que no seguían ningún tipo de metodología activa (aprendizaje tipo magistral) provocaban una mayor acumulación de estudiantes y tiempos de espera innecesarios. Este hecho que no fue considerado al comienzo del curso provocó un cierto malestar entre parte de los estudiantes; como solución transitoria se incremento el número de horas de atención a dudas introduciendo estadillos –a modo de elección de cita previa– y nuevos horarios de tutorías adicionales, no contemplados al inicio del curso académico.

Como punto fuerte del ensayo docente implementado hay que constatar que este tipo de metodologías permite al profesor un seguimiento más detallado del aprendizaje del estudiante y su adquisición de conocimientos (observando la evolución de este proceso sobre el alumno → evaluación continua); del mismo modo, esta serie de metodologías interactivas posibilitan la corrección de conceptos en las fases iniciales del proceso enseñanza-aprendizaje.

De los datos mostrados en este informe se deduce que es posible obtener resultados equivalentes a los obtenidos con el procedimiento convencional. En algunos aspectos se intuyen mejoras pero en otros parece producirse un cierto empeoramiento. En consecuencia, si este procedimiento es más acorde con los criterios de convergencia europea EEES puede ser utilizable. No obstante se hace necesaria una mayor constatación experimental en el aula para asegurarse de que no sea peor que el procedimiento clásico.

4. Agradecimientos.

Convocatoria de Acciones de Innovación Docente y Renovación Pedagógica."Ensayo de una metodología activa para mejorar la eficiencia en el aprendizaje de un curso básico de electricidad y magnetismo en un primer curso de Ingeniería Técnica". Nivel B1 (Proyectos de Grupos de Asignaturas que han estado implantadas como experiencias de innovación y que desean continuar en el curso 2006/07). Marco de las Ayudas de la Universidad de Zaragoza, PIIDUZ_06.

Referencias

- [1]. Ministerio de Educación, Cultura y Deporte. "La integración del sistema universitario español en el Espacio Europeo de Enseñanza Superior". Documento-Marco Madrid, 2003.
- [2]. Michavila F. y Calvo B. "La Universidad española hacia Europa". Madrid, 2000. Fundación Alfonso García Escudero.
- [3]. Flemming K. Fink. "Problem-Based Learning in Engineering Education: a catalyst for regional industrial development". World Transactions on Engineering and Technology Education. Vol. 1, no. 1, pp 29 to 32. UICEE_2002, UNESCO International Centre for Engineering Education. UICEE Centre for Problem-Based Learning at Aalborg University.

- [4]. J.E. Mills and D.F. Treagust. “*Engineering Education – is Problem-Based or Project-Based Learning the Answer?*”. Australian Journal of Engineering Education AJEE_2003. Published in Australia by Australasian Association for Engineering Education Inc. ISSN 1324-5821.
- [5]. Artal J.S., Mur J., Letosa J. y Usón A. “*Aplicación de una metodología Activa a la Enseñanza de la Electrónica Industrial*”. II Jornadas de Innovación Docente, Tecnologías de la Información y Comunicación e Investigación Educativa en la Universidad de Zaragoza, JIDUZ_08. Facultad de Ciencias, febrero 2008, Zaragoza.
- [6]. J. Mur Amada, J.S. Artal Sevil, A. Usón Sardaña, J. Letosa Fleta “*Ensayo de una metodología activa para la enseñanza de un curso básico de electricidad y magnetismo para ingenieros*”. Informe final; Ayudas a proyectos-piloto de adaptación de las titulaciones de la Universidad de Zaragoza al Espacio Europeo de Educación Superior 2006-2007. Marco de las Ayudas de la Universidad de Zaragoza, PIIDUZ_06. Dept. Ingeniería Eléctrica, EUITIZ, Universidad de Zaragoza; julio 2007. Puede descargarse de www.unizar.es/icee04.
- [7]. J. Mur, J.S. Artal, A. Usón y J. Letosa. “*Ensayo de una Metodología Activa, para Mejorar la Eficiencia en el Aprendizaje de un curso Básico de Electricidad y Magnetismo para estudiantes de Ingeniería Técnica.*” Jornadas de Innovación Docente, Tecnologías de la Información y Comunicación e Investigación Educativa en la Universidad de Zaragoza, JIDUZ_06. Zaragoza, noviembre 2006.
- [8]. N.J. Powell, A.R. Peaker, W.S. Truscott, P.J. Hicks and B. Canavan. “*Seeding Enquiry-Based Learning in Electrical and Electronic Engineering: Case Study 1 - Optoelectronics*”. Internacional Conference on Engineering Education, ICEE_2007. Coimbra (Portugal), september 2007.
- [9]. N.J. Powell, A. Renfrew, W.S. Truscott, P.J. Hicks and B. Canavan. “*Seeding Enquiry-Based Learning in Electrical and Electronic Engineering: Case Study 2 - Robotics*”. Internacional Conference on Engineering Education, ICEE_2007. Coimbra (Portugal), september 2007.
- [10]. J. Bará, M. Valero-García. “*Aprendizaje basado en proyectos (Project based Learning) en la formación de Ingenieros*”. ICE, Instituto Ciencias de la Educación. Marzo 2006. Universidad de Zaragoza.
- [11]. Información sobre metodologías y distribución de tareas aplicadas al aprendizaje de la Física obtenido de la web <http://www.physics.pomana.edu/sixideas> “*Online Instructor Manual*”.
- [12]. J. Cerdá, M.C. Mora, V. Herrero y R. Gadea. “*Un peligroso equilibrio: El compromiso entre las nuevas tendencias y las reformas de los planes de estudio en las titulaciones de Electrónica*”. Tecnologías Aplicadas a la Enseñanza de la Electrónica, TAEE_06. Madrid, julio 2006. ISBN: 84-689-9590-8.
- [13]. F. Peiró y A. Romano. “*Electrónica Física: ¿Metodología ECTS o clase magistral? Comparativa de dedicación del profesorado y del estudiante entre ambas modalidades docentes*”. Tecnologías Aplicadas a la Enseñanza de la Electrónica, TAEE_06. Madrid, julio 2006. ISBN: 84-689-9590-8.
- [14]. J.L. Bernal “*Diseño curricular en la enseñanza universitaria desde la perspectiva de los ECTS*” ICE, Instituto Ciencias de la Educación. Universidad de Zaragoza.