

## EXPERIMENTO DE APRENDIZAJE ACTIVO Y COOPERATIVO EN UN CURSO BÁSICO DE ELECTROMAGNETISMO PARA INGENIEROS TÉCNICOS

MUR AMADA, Joaquín<sup>(1)</sup>; ARTAL SEVIL Sergio<sup>(1)</sup>

USÓN SARDAÑA, Antonio<sup>(1)</sup>; LETOSA FLETA, Jesús<sup>(1)</sup>

jletosa@unizar.es

<sup>(1)</sup> Universidad de Zaragoza, España, Escuela de Ingeniería Técnica Industrial de Zaragoza, Departamento de Ingeniería Eléctrica

### RESUMEN

El experimento de innovación docente que se presenta en esta comunicación se ha ensayado durante el primer cuatrimestre del curso 2006-2007 en una asignatura de primer curso de la titulación de Ingeniería Técnica Industrial, especialidad Electrónica Industrial. Tiene como precedente un ensayo similar en la misma asignatura el segundo cuatrimestre del curso anterior.

Consiste en comparar los resultados académicos obtenidos, al utilizar distintos procedimientos de enseñanza-aprendizaje, para impartir la misma materia. Para ello se parte de una asignatura con tres grupos de docencia. Uno de ellos se toma como referencia y en él se sigue el procedimiento de años anteriores (enseñanza de la teoría y problemas basada fundamentalmente en clases magistrales). En los otros dos grupos se cambia el procedimiento de enseñanza/aprendizaje por otro activo y cooperativo.

En los resultados obtenidos, en cuanto a número de aprobados de la convocatoria, el porcentaje de aprobados de los grupos con el nuevo procedimiento dobla los aprobados en el grupo de referencia. No obstante, cuando se compara el porcentaje de aprobados en un examen de conocimientos común los porcentajes de aprobados son similares. Se requieren más pruebas para establecer las posibles ventajas de este tipo de docencia en el contexto que nos ocupa.

**Palabras clave:** metodología activa, aprendizaje cooperativo, comparación procedimientos didácticos

### ABSTRACT

A innovative learning experiment was carried out in the subject “Electricity and Magnetism” for freshmen of Industrial Technical Electronic Engineering during the first term of course 2006-2007. The learning approach is based on the experience gained in the same subject during the second term of course 2005-2006, when a similar procedure was accomplished.

The experiment compares the student performance on a subject with different learning methodologies. The subject is taught in three separate groups. In the reference group, the same approach than previous years is used (theory and problem reading based on ex-cathedra teaching). The other two groups undergo a new methodology based on active and cooperative learning.

The number of students that have passed the term is twice in the active learning group than in the reference group. Notwithstanding the overall results, the marks of the compulsory term exam performed in the three classes are similar. Thus, further experimentation and tests are required to establish the possible advantages of each learning approach.

**Key words:** active learning, cooperative learning, comparing teaching/learning methodologies

## 1. Introducción

En la actualidad existen muchas publicaciones relacionadas con la enseñanza activa y cooperativa de diversas disciplinas [1] [2] [3]. Este tema centra frecuentemente parte de la atención de Congresos de innovación docente y de los cursos de formación pedagógica para los profesores. Por otra parte el nuevo proceso de convergencia europea de la educación superior propone la revisión en profundidad de los procedimientos de enseñanza-aprendizaje utilizados.

Aunque puede encontrarse mucha información sobre las técnicas a utilizar y sobre recomendaciones generales es necesario un importante trabajo para confeccionar el conjunto de materiales necesarios para la ejecución en el aula de un procedimiento de este tipo. Los resultados esperables varían mucho con el contexto concreto al que se aplica por lo que son difíciles de generalizar.

Lo expuesto anteriormente nos motivó a experimentar en la asignatura cuya docencia tenemos encargada, un curso básico de electricidad y magnetismo para ingenieros, al amparo de los Proyectos de Innovación Docente propuestos por nuestra Universidad. En esta comunicación describimos el ensayo realizado y los resultados obtenidos.

En esencia el experimento consiste en comparar los conocimientos aprendidos en un grupo de docencia que recibe su enseñanza mediante un procedimiento convencional, basado en clases magistrales, con los conocimientos aprendidos en otro grupo que utiliza un procedimiento de enseñanza activo y cooperativo.

Como la asignatura se imparte en tres grupos de docencia el método de comparación propuesto se basa en mantener uno de los grupos con un procedimiento de enseñanza convencional, que se toma como referencia y cambiar el procedimiento en los otros dos. Los resultados se comparan mediante un examen de contenidos común a los tres grupos y mediante la comparación de los resultados generales con los de cursos anteriores.

## 2. Método de trabajo

En este apartado describiremos el contexto académico en el que se ha aplicado el procedimiento de enseñanza-aprendizaje. Después lo describiremos sucintamente, para terminar con los detalles sobre la evaluación propuesta. Se invita a cualquier lector que desee más detalles del procedimiento a ponerse en contacto con los autores.

### 2.1. Contexto de aplicación

El experimento en el aula se ha realizado para una asignatura de primer curso de la titulación de Ingeniería Técnica Industrial, Especialidad Electrónica Industrial, denominada “Electricidad y Electrometría”. Dentro del actual Plan de Estudios es una asignatura anual obligatoria con 13,5 créditos, que esencialmente es un curso básico de electricidad y magnetismo para estudiantes de ingeniería. El experimento se ha limitado en el tiempo al primer parcial de la asignatura, lo que equivale a un cuatrimestre (15 semanas), aunque en el segundo parcial se continúa con otro experimento ligeramente diferente. En el tiempo previsto para la actividad hay programadas 60 horas de clase y cuatro sesiones de prácticas de laboratorio de dos horas cada una.

En el curso 2006-2007 hubo tres grupos de docencia, dos de mañana y uno de tarde. Con el fin de comparar el procedimiento tradicional y el nuevo se ha realizado la siguiente división de grupos: Uno de los grupos de la mañana (G 71) sigue con el procedimiento de años anteriores (clases magistrales) con un solo profesor dedicado a ellas. En los otros dos grupos, uno de mañana (G 72) y otro de tarde (G 73) se cambió el procedimiento de enseñanza/aprendizaje, reduciendo las clases magistrales a un 25 % del tiempo presencial y dedicando el resto del tiempo de clase a procedimientos activos y cooperativos.

Al principio de la asignatura se propuso a los estudiantes de los tres grupos que se cambiasen al grupo que más les interesase en cuanto al procedimiento docente a seguir. En los primeros días de

clase a los alumnos de los grupos en los que se implantó el nuevo procedimiento se pidió una ficha de inscripción. Tras este proceso la distribución de estudiantes quedó del siguiente modo (Tabla 1).

Tabla 1: Asistencia a clase en los tres grupos.

Grupo	Nº inscritos	Nº alumnos en clase 1 <sup>eras</sup> semanas	% alumnos en clase	Nº al. en clase fin 1 <sup>er</sup> parcial	% alumnos en clase
G 71 (Referencia.)	110	54	49	43	39
G 72 (Nuevo proced.)	55	50	91	41	74,5
G 73 (Nuevo proced.)	46	40	87	39	84,5
Total	211	144	68	123	58

Todos los alumnos que no se apuntaron a ninguno de los grupos activos se asignaron al grupo tradicional, estuviesen o no matriculados oficialmente en éste.

Otro dato que puede dar luz sobre los números presentados en la tabla anterior es el número de alumnos que se matriculan por primera vez en la asignatura, 115 (54,5 %) frente a los 96 (45,5 %) que repiten la asignatura.

## 2.2. Descripción del procedimiento de enseñanza-aprendizaje utilizado

En los años anteriores, hasta el segundo parcial del curso académico 2005/06, se utilizó un procedimiento de enseñanza-aprendizaje basado en la clase magistral, en el que las horas de clase se empleaban en exposiciones magistrales de la teoría y en exposiciones magistrales de problemas, en las que se administraban pequeñas fracciones del tiempo de clase para que el estudiante pensase algunos puntos concretos del problema y respondiese a las preguntas del profesor. El procedimiento se apoyaba con abundantes recursos multimedia y explicaciones interactivas incluidas en el Anillo Digital Docente de nuestra Universidad. También se ofertaban a los estudiantes talleres para la realización de problemas y se hacían demostraciones en clase de las partes más significativas de la teoría. Pueden verse detalles sobre los procedimientos y material utilizado en [www.unizar.es/icee04](http://www.unizar.es/icee04).

En el experimento actual, iniciado en el segundo parcial del curso anterior, se propone realizar en los grupos de prueba un cambio importante en el procedimiento de enseñanza/aprendizaje, manteniéndolo inalterado en el grupo de referencia.

En los tres grupos **se mantienen los mismos objetivos de aprendizaje de conocimientos**, que se evaluarán en un **examen común**, aunque a los estudiantes que se acogen al nuevo procedimiento se les ofrece un **“menú” especial de evaluación** en el que se tiene en cuenta los resultados de sus actividades en clase.

El **cambio consiste en introducir metodologías activas en clase**. Las metodologías utilizadas son: el aprendizaje tipo puzzle<sup>1</sup>; la resolución activa, paso a paso, de pequeños problemas tipo; la resolución en clase de preguntas de teoría tipo test o cortas. Estas técnicas de aprendizaje se combinan con frecuentes pruebas de evaluación de los contenidos y del trabajo, realizadas en grupo e individualmente.

En cuanto al procedimiento a seguir, se explicaron a los estudiantes los principios básicos de las nuevas actividades a realizar en clase que, en esencia, pueden resumirse así:

En primer lugar se dividen los estudiantes en grupos de trabajo de tres personas y la materia de clase en varias unidades didácticas. En este caso se han dividido en cuatro unidades. La primera unidad no se evalúa para dar tiempo a que se constituyan los grupos de trabajo y para poder explicar poco a poco los distintos elementos del procedimiento.

<sup>1</sup> El aprendizaje tipo puzzle consiste en fraccionar la teoría o problema que se quiere resolver en varias partes, encargando una a cada uno de los miembros de un grupo de trabajo. Una vez que cada miembro del grupo ha resuelto su parte hay una fase de discusión con otros compañeros que han trabajado en el mismo asunto (sesiones de expertos). Por último, en una reunión del grupo de trabajo se explican mutuamente cada una de las partes preparadas, de forma que todos acaban conociendo el conjunto.

En la primera sesión de clase, de cada unidad, se reparten las **tareas** que debe hacer cada miembro del grupo y el **cronograma** de las **actividades** a realizar en el **aula**, respecto a la unidad, así como la planificación de las actividades que cada estudiante debería realizar **fuera del aula**. En este cronograma hay una previsión de horas de estudio **coherente** con el nuevo **sistema de créditos ECTS** (véanse ejemplos de los materiales desarrollados en [www.unizar.es/icee04](http://www.unizar.es/icee04)).

Se explica en **clases magistrales** lo esencial de cada tema. Se ha restringido el tiempo de clase dedicado a las clases magistrales a aproximadamente un 25 % del total. Ello implica una densidad elevada de contenidos en dichas clases lo que hace especialmente delicada su preparación y exposición. Para mantener su nivel y profundidad, dentro de este proyecto, se ha dedicado un profesor específicamente a su preparación. Se dan apuntes detallados sobre la teoría previos a las clases magistrales.

**Sesiones de aprendizaje de la teoría.** Para apoyar el aprendizaje de la teoría se proponen sesiones de clase en las que se realizan diversas actividades: resolución, mediante el método del puzzle, de pequeños problemas tipo; resolución secuencial, activa, de problemas tipo, resolución de preguntas tipo test.

**Sesiones de aprendizaje de problemas.** Clase en la que se proponen una serie de problemas para resolver mediante aprendizaje cooperativo.

Una **sesión de aprendizaje cooperativo de problemas, evaluada**, por unidad didáctica dedicada a realizar y resolver problemas mediante el método descrito. En ella los estudiantes, en grupos de tres personas deberán resolver tres problemas. Al final deben dar la solución en un cuestionario sobre los problemas. En la última media hora cada alumno, individualmente, deberá resolver, por escrito, uno de los problemas que le explicaron sus compañeros, elegido por el profesor.

**Sesión de evaluación de la teoría.** La teoría de cada unidad se evaluará del siguiente modo. En clase se planteará un test a cada grupo de trabajo, cuya resolución les dará una nota global. El trabajo sobre la unidad encargado para realizar en casa se evaluará mediante una nota individual. Además los estudiantes de los tres grupos pueden acceder a otra calificación adicional sobre la teoría realizando un test individual de cada unidad.

### 2.3. Método de evaluación propuesto

Se les ofreció componer su nota del siguiente modo:

- 20 % mediante test individuales sobre la teoría, al final de cada lección. Esta posibilidad se extendió también a los alumnos del grupo de referencia (G 71).
- 40 % asociado a las actividades de aprendizaje cooperativo realizadas en clase. Este tipo de evaluación solo estaba disponible para los grupos 72 y 73.
- El resto de la nota hasta completar el 100 % está asociado a un **examen común a todos los grupos**.

Los estudiantes podían elegir libremente el grupo y cada uno de los bloques de evaluación en función de las notas obtenidas.

De esta forma, un estudiante que se inscribió en el grupo 72 o 73 y ha seguido todas las actividades propuestas en clase fija un 40 % de su nota al examen común. El resto de la nota la obtiene a partir de las calificaciones de diversas pruebas, propuestas durante el desarrollo de las clases (en total se **tienen 16 notas parciales de cada estudiante**). Como puede observarse este procedimiento de evaluación es prácticamente una evaluación continua. Por último, conviene indicar que se ofrecieron **planes de recuperación** para las distintas actividades realizadas en clase.

### 3. Resultados

Aquí se muestran los cálculos realizados para obtener la carga de trabajo que corresponde a los estudiantes para la asignatura que nos ocupa y el tiempo de profesor requerido para su explicación según el procedimiento propuesto. También reseñamos las opiniones de los estudiantes, tomadas a partir de encuestas. Por último comparamos los resultados académicos obtenidos. Con todos estos datos analiza el procedimiento.

#### 3.1. Valoración de la carga docente a los estudiantes

Para planificar las actividades relacionadas con la asignatura, se ha tenido en cuenta su adecuación a las cargas de trabajo previstas en los nuevos créditos ECTS. Los cálculos se han hecho del siguiente modo:

Partimos de una asignatura anual, que en el Plan de Estudios actual es de carácter obligatorio con 13,5 créditos. Como el procedimiento se implanta únicamente en un cuatrimestre le corresponden **6,75 créditos actuales**. Para calcular la carga de trabajo que corresponde a los estudiantes, de acuerdo a los nuevos criterios de Bolonia, se realiza la siguiente conversión:

Usando los criterios habituales en los documentos de convergencia Europea, son **exigibles**, al estudiante, **1600 h de trabajo por año**. Revisando el **Plan** de estudios **actual** en el que se ubica la asignatura se deduce que el número de créditos promedio por año es de **83 créditos/año**. Utilizando este valor obtenemos que **cada crédito actual** debe suponer una **carga de trabajo al alumno** de  $1600/83 = 19,2$  horas. Por tanto, para superar los 6,75 créditos actuales que corresponden a este caso son exigibles  $6,75 \times 19,2 = 130$  horas de trabajo a los estudiantes según el nuevo sistema de cargas docentes. Si queremos convertir el fragmento de asignatura a **créditos del nuevo sistema** podemos hacer la conversión teniendo en cuenta que un curso en el nuevo sistema serán 60 créditos. Por tanto los créditos que le corresponden a la parte que nos ocupa son  $6,75 \times (60/83) \approx 5$  créditos ECTS.

#### 3.2. Valoración de la carga de trabajo del profesor

Para el cálculo del tiempo de profesor necesario para la impartición, en condiciones de máxima calidad, es necesario considerar una serie de aspectos entre los que cabe destacar los siguientes:

- Número de créditos ECTS.
- Número de grupos en los un profesor imparte la misma materia.
- Número de años que el profesor al que se encarga la asignatura lleva trabajando en ella.
- Número de estudiantes.

No haremos aquí un intento de análisis de cómo esos factores afectan a la hora de obtener una fórmula para obtener la dedicación del profesor. Simplemente queremos dejar por escrito algunas consideraciones.

De nuestra experiencia del curso anterior y de éste hemos obtenido que la corrección de las actividades de clase en el método propuesto implica un trabajo de profesor de aproximadamente **45 minutos/alumno por cuatrimestre**. Para la preparación y corrección de los **exámenes** parciales, junio, julio y septiembre son necesarios unos **75 minutos/alumno**.

El **tiempo dedicado en la preparación**, ejecución y evaluación de la docencia correspondiente a la parte de la asignatura que nos ocupa (1<sup>er</sup> parcial) por parte de los profesores implicados ha sido **similar al utilizado en años anteriores en otros proyectos de innovación docente**, siendo este el segundo año de implantación. Por tanto, para la implantación de un procedimiento como el descrito aquí a largo plazo, no debe ser un problema importante el incremento de horas de profesor, salvo en los primeros años de implantación. De forma orientativa indicar que se han utilizado unas **650 h de profesor** para completar la docencia de los **dos grupos experimentales (60 h de clase por grupo, la misma asignatura, 50 alumnos por clase)**.

Hay que tener en cuenta que los tiempos indicados han sido tomados para profesores con amplia experiencia docente en la asignatura, y que en consecuencia ya disponían de abundante material y de apuntes preparados para la docencia de la asignatura. Se entiende que **para profesores con menos de cinco años de experiencia** en la docencia de una asignatura habría que multiplicar por un **factor corrector k** el tiempo de preparación.

Por último, un comentario respecto al encargo docente. Utilizando criterios parecidos a los vistos para los estudiantes puede calcularse una carga máxima de trabajo anual para **el profesor de 1700 h/año**. Teniendo en cuenta que en los documentos de plantilla que maneja la Universidad de Zaragoza se prevé que un tercio de la jornada del profesor debe dedicarse a tareas de investigación, y que parece razonable reservar un 20 % adicional para las tareas de formación, gestión de la docencia y de la investigación, innovación docente etc, las **tareas relacionadas directamente con la docencia no debieran superar las 850 h/año de dedicación**. Una **dedicación actual** de profesor de Escuela Universitaria a tiempo completo es de **300 h de POD**. Esto implica que la dedicación por hora de POD adecuada es de  $850/300 = 2,8$  **h de dedicación/hora de POD**. La **dedicación** de los **profesores** que han participado en **este proyecto**, en lo que respecta a la asignatura que nos ocupa ha sido de **5,4 h por hora de POD de la asignatura que nos ocupa**. La dedicación adecuada puede conseguirse por una combinación de repetición de grupos de teoría y grupos de prácticas, que en nuestro caso requieren muchas menos horas de preparación.

**No parece conveniente encargar a profesores noveles la implantación de nuevos procedimientos** ya que el 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.

### 3.3. Valoración de las opiniones de los estudiantes

Después de 6 semanas de trabajo se hizo una encuesta a los estudiantes de los dos grupos experimentales para recabar su opinión sobre las actividades realizadas en clase. Contestaron 77 alumnos (76,5 % de los inscritos). En resumen los resultados fueron los siguientes:

- Una gran mayoría de estudiantes (más de 80 %) dice entender bien las clases magistrales de teoría.
- El grado de satisfacción global con la asignatura hasta el momento es bueno (más de 80 % de los repetidores dicen normal o mejor y más del 60 % de los no repetidores)
- El 93 % de los repetidores opina que el método activo seguido en esta asignatura es equivalente o mejor que el tradicional seguido en otras asignaturas, mientras que el 40 % de los no repetidores piensa que es peor o mucho peor.
- La mayoría de ambos colectivos dice que tiene que hacer un esfuerzo mayor con este procedimiento que con el convencional.
- El 100 % de los repetidores dice que aprovecha igual o mejor en este procedimiento respecto al convencional, sin embargo un 30 % de los no repetidores dicen aprovechar peor el tiempo.
- A la pregunta sobre el tiempo de estudio que realmente han empleado, respecto a planificado, responden con una distribución centrada en el tiempo nominal con lo que se valida aproximadamente el tiempo planificado para las actividades.
- Dentro del procedimiento tipo puzzle para el aprendizaje cooperativo, los alumnos no repetidores reconocen la importancia de todas las fases en más de un 90 % de los casos. Sin embargo un 25 % de los estudiantes no repetidores creen que las explicaciones entre ellos son de escaso o nulo interés.
- Tras una sesión de aprendizaje cooperativo de problemas, el 100 % de los repetidores dice entender bastante o más el problema que se les ha encargado, mientras que en los no repetidores hay un 28 % que entiende poco o nada de su problema. Respecto a los problemas que les explican los compañeros el 28 % de los repetidores dice entenderlos poco o nada,

cantidad que asciende al 52 % para el caso de los no repetidores. Si repasan en casa los problemas de la sesión el 95 % de los repetidores los entiende y el 78 % de los no repetidores. Cuando intentan, en casa, resolver problemas parecidos a los hechos en clase, el 10 % de los repetidores resuelven pocos o ninguno, cantidad que se eleva al 40 % en los no repetidores.

- Respecto a las clases magistrales, el 15 % de los repetidores dice que son de escaso interés, valor que se reduce al 4 % entre los no repetidores.
- Respecto a la resolución cooperativa de preguntas tipo test en clase, el 7 % de los repetidores las encuentran poco interesantes, cantidad que se eleva al 30 % entre los no repetidores.
- Respecto a la resolución cooperativa de problemas, el 7 % de los repetidores la encuentran de escaso interés y el 28 % de los no repetidores. Se sigue esta tónica general en el resto de actividades propuestas.
- Respecto a los tiempos programados para las actividades en clase, el 60 % de ambos colectivos indica que han sido insuficientes o muy escasos.

Tras 11 semanas de clase con el nuevo procedimiento se realizó una segunda encuesta a los estudiantes de ambos grupos que rellenaron 73 personas (72 % de los inscritos). Los resultados se resumen así:

- Indican que si van a las clases magistrales de teoría sin mirar previamente los apuntes un 30 % entiende poco o nada, mientras que todos entienden si han leído previamente los apuntes.
- El grado de satisfacción global con la asignatura sigue siendo bueno (el 80 %).
- El 87 % de los estudiantes opina que el método activo seguido en esta asignatura es equivalente o mejor que el tradicional seguido en otras asignaturas.
- El 40 % de los estudiantes dice que tiene que hacer un esfuerzo mayor o mucho mayor con este procedimiento.
- En cuanto al aprovechamiento de las clases, solo el 10 % dice que peor con este procedimiento.
- A la pregunta sobre el tiempo de estudio que realmente han empleado respecto a planificado responden con una distribución escorada hacia el exceso, lo que puede indicar que el tiempo planificado para las actividades es algo escaso.
- Respecto a las clases magistrales, el 95 % dice que su interés es suficiente o más que suficiente. De ellos, un 25 % dice que son imprescindibles. Se sigue una tónica parecida en el resto de actividades propuestas, manteniéndose en ellas un interés suficiente o elevado entre el 88 % y el 95 %.
- Respecto a los tiempos programados para las actividades en clase el 35 % de ambos colectivos indica que han sido insuficientes o muy escasos.

### 3.4. Comparación de los resultados académicos obtenidos

En cuanto a los resultados académicos obtenidos tras la aplicación de este nuevo procedimiento a dos grupos de docencia, durante un cuatrimestre, hemos hecho varias comparaciones. En primer lugar se comparan los resultados globales del primer parcial de la asignatura en años anteriores (procedimiento tradicional) y los obtenidos este año en los grupos donde se efectuó la experiencia de innovación. La comparación se muestra en la tabla 2.

A primera vista la tabla 2 parece indicar una clara mejoría de los resultados cuando se utiliza este nuevo procedimiento, pero si contamos **únicamente** el número de **alumnos del nuevo procedimiento que aprobaron el examen común** tenemos **32** alumnos (un **31 %** de los inscritos), resultado comparable al de años anteriores y al obtenido por el grupo de referencia, como se muestra en la tabla 3. Si a efectos de una comparación homogénea contamos **todos los aprobados** del primer parcial (incluidos los del grupo de referencia G 71) tenemos **87** estudiantes (un **42 %** de los **matriculados**)

Tabla 2: Comparación de resultados académicos obtenidos en los cursos 2004-2005, 2005-2006 y 2006-2007 en la asignatura que nos ocupa. En el curso 04-05 hubo 330 alumnos matriculados, en el 05-06 hubo 268 y en el 06-07 hubo 211, de los que 101 se inscribieron al nuevo procedimiento.

	2004-2005	2004-2005	2005-2006	2005-2006	2006-2007	2006-2007
	nº aprobados	% Apr/matr	nº aprobados	% Apr/matr	nº aprobados G 72 y G 73	% Apr/inscr
1er Parcial	99	30,0	55	20,5	58	57

Otro aspecto que suscita interés en este estudio es comparar los resultados del grupo de referencia (G 71) con respecto a los pertenecientes a los otros grupos implicados en los procedimientos de cambio. Los resultados obtenidos se muestran en tabla 3.

Tabla 3: Comparación de los resultados académicos obtenidos en el curso 2006-2007 en los distintos grupos de la asignatura. Recordar que G 71 es el grupo de referencia (procedimiento tradicional).

	Nº Alumnos inscritos	Nº Al. presentados al primer parcial	% Presentados	Apr ex común	% Apr Ex/insc	Apr conv 1er parcial	% Apr 1P/insc
G 71	110	56	51	26	24	29	26
G 72	55	44	80	18	33	32	58
G 73	46	35	76	14	30	26	57

Quizá pueda discutirse la metodología utilizada para obtener los datos de la tabla 3 y por ello se expone sucintamente a continuación. En la primera columna se asigna el número de estudiantes a cada grupo no por la matrícula oficial sino poniendo en cada uno de los grupos del nuevo procedimiento (G 72 y G 73) los estudiantes que se apuntaron personalmente a principio de curso y asignando el resto de los alumnos matriculados al grupo G 71, independientemente de que asistan o no a sus clases.

De los números presentados en esta tabla se observa una **mejora** relevante en el **porcentaje de presentados al examen**, entre los grupos del **nuevo procedimiento**. El **porcentaje** de estudiantes que **aprueban el examen común** (sin tener en cuenta las actividades evaluadas de clase) es **similar** al del grupo de referencia aunque el porcentaje de aprobados frente a presentados es mejor en el grupo de referencia. Teniendo en cuenta la nota obtenida en las actividades de clase el **porcentaje de aprobados** en los grupos del **nuevo procedimiento** aumenta significativamente respecto al grupo de referencia llegando a ser **más del doble**.

### 3.5. Valoración del procedimiento ensayado

Ahora analizaremos los puntos fuertes y débiles identificados durante el desarrollo del método propuesto y daremos nuestra visión sobre sus posibilidades de generalización.

#### Puntos fuertes

- El procedimiento seguido ha permitido explicar la misma cantidad de conocimientos que el tradicional, basado en clases magistrales.
- Los resultados objetivos evaluados son comparables, con los obtenidos con el procedimiento tradicional.
- Se relaja el papel del profesor en cuanto a mantener el ambiente de silencio y orden necesario para la impartición de una clase magistral.
- La mayor actividad de los estudiantes en clase. (No obstante las habilidades, destrezas y competencias adquiridas derivadas de ello están por evaluar).
- Cuando existe un objetivo claro y concreto, p.e. resolver un conjunto de problemas, los procedimientos de aprendizaje cooperativo pueden ser mejores que los clásicos basados en trabajo individual y explicación por parte del profesor.



### **Puntos débiles**

- Los alumnos tienen una mayor inseguridad al ver sus deficiencias en las sucesivas evaluaciones que se plantean en clase.
- El método de aprendizaje cooperativo cuando se aplica al estudio de un conocimiento teórico, abstracto y difícil de entender, resulta arduo de poner en práctica. Los alumnos están inseguros. Las actividades tienden a resolverse de forma trivial. Si comparan con las clases magistrales típicas piensan que están perdiendo mucho tiempo en clase y esfuerzo en casa para unos resultados mediocres. Se diluye el objetivo a conseguir en cuestiones genéricas.
- El procedimiento es mucho más sensible a la dinámica del grupo y a aspectos psicológicos que frecuentemente sorprenden al profesor. Cualquier alteración en estos aspectos puede perjudicar notablemente los resultados.
- Para ejecutar con la calidad necesaria un procedimiento de este tipo con muchos alumnos y varios grupos de docencia es necesario el concurso de varios profesores, en la misma asignatura, lo que despersonaliza un tanto la relación con los estudiantes y complica bastante la organización. Un procedimiento de este tipo complica los horarios de los profesores más que uno tradicional sobre todo si deben encargarse también de otras asignaturas
- La sensación en el aula de los profesores implicados en este proyecto no ha sido buena. En las clases de teoría se ha notado un distanciamiento de los alumnos y en las de problemas una cierta desidia de los estudiantes (el aprovechamiento de las clases requiere ineludiblemente una actitud activa del alumno) y limitaciones en el procedimiento de aprendizaje cooperativo.

### **Posibilidades de generalización**

- 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 haber un cierto empeoramiento. En consecuencia, si este procedimiento es más acorde con los criterios de convergencia europea puede ser utilizable. No obstante falta más constatación experimental en el aula para asegurarse de que no sea peor que el procedimiento clásico.
- Aunque la calidad de estos procedimientos aumenta al disminuir el número de estudiantes (lo que también ocurre en las clases magistrales), en este experimento se ha visto que es posible manejar grupos de 50 alumnos.
- El tiempo de profesor necesario para la implantación del procedimiento aumenta en los primeros años de implantación pero dados los ratios obtenidos no es de esperar una diferencia excesiva con el procedimiento tradicional.
- Podría mejorarse la eficiencia del trabajo de los profesores si se concentrasen las clases magistrales de varios grupos de docencia en una sola sesión, aunque esto complicaría la generación de los horarios de clases. Estas clases son muy exigentes de preparación y requieren desplazamiento de abundante material al aula por lo que deberían tener apoyo de personal auxiliar para montar y desmontar los experimentos en la clase.

## **4. Conclusiones**

Con este experimento se ha mostrado que, en la asignatura que nos ocupa es posible abarcar la misma cantidad de conocimientos teóricos utilizando un procedimiento de enseñanza / aprendizaje alternativo al basado en clases magistrales. Este nuevo procedimiento se basa en enseñanzas constructivistas, activas y cooperativas.

Aunque es frecuente 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 y que mejoran el ratio de

estudiantes que asisten a las actividades programadas en clase, en este experimento no han podido demostrarse con claridad ninguno de estos extremos.

El porcentaje de aprobados en los grupos que han seguido el nuevo procedimiento respecto a los inscritos dobla el del grupo de referencia que ha seguido el método de años anteriores (clases magistrales) como se deduce de la observación de la tabla 3. No obstante, cuando se compara el número de aprobados en el examen común frente a inscritos, los resultados son comparables con los de años anteriores.

A la vista de los resultados de este experimento, podría decirse que los resultados objetivos en cuanto al aprendizaje de conocimientos son similares a los del grupo de referencia y a los de años anteriores, aunque si se cuentan las calificaciones dadas por las actividades en clase el porcentaje de aprobados con el nuevo procedimiento aumenta significativamente. En consecuencia, mientras no se demuestren las competencias adicionales que han conseguido los estudiantes que siguieron este procedimiento no podrá decirse que mejora al anterior.

De lo anterior deducimos que es preciso ser 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. Nuestra experiencia indica que un procedimiento de este estilo solo puede llevarse a cabo con éxito por grupos de profesores muy afines y acostumbrados a trabajar juntos.

## 5. 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 ya han estado implantadas como experiencias de innovación en el curso 2005/06 y que desean continuar en el curso 2006/07). Marco de las Ayudas Universidad de Zaragoza, PIIDUZ\_06.

Convocatoria de Ayudas de Innovación Docente “Ensayo de una metodología activa, alternativa a la utilizada actualmente, para mejorar la eficiencia en el aprendizaje de un curso básico de Electricidad y Magnetismo para estudiantes de Ingeniería Técnica“. Ayudas a proyectos-piloto de adaptación de las titulaciones de la Universidad de Zaragoza al Espacio Europeo de Educación Superior 2005-06. (Orden ECI/924/2005, de 21 de marzo del MEC).

## 6. Referencias Bibliográficas

- [1] 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.
- [2] 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”.
- [3] J.L. Bernal “Diseño curricular en la enseñanza universitaria desde la perspectiva de los ECTS” ICE, Instituto Ciencias de la Educación. Universidad de Zaragoza.
- [4] 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. Noviembre 2006. Zaragoza.
- [5] J. Letosa, A. Usón y otros. Informes de proyectos de innovación docente en el ámbito de la Electricidad y el Magnetismo (años 2003 a 2005). Disponibles en [www.unizar.es/icee04](http://www.unizar.es/icee04).