Aprendizaje activo y cooperativo en un curso de Electricidad y Magnetismo para ingenieros

Active and cooperative learning in a course of Electricity and Magnetism for engineers

Letosa J., Usón A., Artal J.S., Samplón M. y Mur J.

Dpto. Ingeniería Eléctrica. Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Industrial. Universidad de Zaragoza, Campus Río Ebro. Edif. Torres Quevedo, 50018 Zaragoza.

Resumen

Proponemos un procedimiento activo y cooperativo para la impartición de asignaturas de primer curso universitario en grupos de tamaño medio (entre 30 y 60 personas). En el caso de estudio hay varios grupos de docencia, por ello ha sido posible comparar los resultados académicos obtenidos al utilizar dos procedimientos distintos de enseñanza-aprendizaje para impartir la misma materia (procedimiento convencional basado en clases magistrales, o el procedimiento de enseñanza/aprendizaje activo y cooperativo aquí propuesto). Las nuevas metodologías utilizadas son: aprendizaje tipo puzzle; resolución activa, paso a paso, de problemas tipo; resolución en clase de preguntas de teoría tipo test o preguntas cortas; clases magistrales bajo petición de los estudiantes (las explicaciones del profesor quedan reducidas a no más del 10 % del tiempo presencial en clase). Estas técnicas de aprendizaje se combinan con frecuentes pruebas de evaluación de los contenidos y del trabajo desarrollado, realizadas en grupo e individualmente.

Palabras clave

Metodología activa; aprendizaje cooperativo; comparación procedimientos enseñanza-aprendizaje.

Abstract

An innovative active learning method is proposed for a basic Electromagnetic course for freshmen of Electric and Electronic Engineering degrees. The new method suits groups between 30 to 60 students. It includes active and cooperative learning practises as the jigsaw activity, and novel practices as the lectures under demand. Lecture-based activity is reduced to the 10% of the total classroom time assignment. Continuous evaluation has been established, which includes individual and group with a periodicity of less than two weeks. The method is based on the experience gained in the same subject during the second term of course 2005-2006 and the full course 2006-07 and 2007-08, when a similar procedure was accomplished. The experiment compares the student performance on a subject with different learning methodologies. The subject is taught in separate groups. In the reference group, the same approach than previous years is used (lecture-based library instruction) and the other groups undergo a new methodology based on active and cooperative learning.

Keywords
teaching practices, active learning, jigsaw cooperative learning, comparison of teaching methods.

1. INTRODUCCIÓN

El experimento de innovación docente presentado en este documento se ha puesto en práctica durante el curso 2008-2009 en dos asignaturas afines de primer curso. Una pertenece a la titulación de Ingeniería Técnica Industrial, especialidad Electrónica Industrial y la otra asignatura a la especialidad Electricidad. Tiene como precedente ensayos similares realizados en los tres cursos anteriores [1, 3].

El ensayo descrito consiste en comparar los resultados académicos obtenidos al utilizar distintos procedimientos de enseñanza-aprendizaje para impartir la misma materia [4]. Para ello se parte de una asignatura con tres grupos de docencia y la otra con dos. Un grupo de cada especialidad se toma como referencia y en él se sigue el procedimiento de cursos anteriores (enseñanza de la teoría y problemas basada fundamentalmente en clases magistrales). En los otros grupos se cambia el procedimiento de enseñanza/aprendizaje por otro activo y cooperativo [5, 6].

Las nuevas metodologías utilizadas son: el aprendizaje tipo puzzle [7]; la resolución activa, paso a paso, de problemas tipo [8]; la resolución en clase de preguntas de teoría tipo test o preguntas cortas. Estas técnicas de aprendizaje se combinan con frecuentes pruebas de evaluación de los contenidos y del trabajo desarrollado, realizadas en grupo e individualmente.

Una novedad incorporada durante el curso 2007-2008 en los grupos de nuevo procedimiento fueron las sesiones de clases magistrales bajo petición de los estudiantes. En cada unidad se pasaba a los estudiantes una o dos veces (dependiendo de la duración y dificultad de la unidad) fichas de inscripción a clase magistral. En ellas debían poner su nombre y los tópicos que les interesaría ver en la clase. Si una mayoría de los asistentes a clase de actividades pedían la clase magistral esta se realizaba en la siguiente sesión; en caso contrario se continuaba con las actividades remitiendo a los estudiantes interesados a tutorías. Al final de cada clase magistral (40 minutos) se realizaba un test de comprensión obligatorio (10 minutos) de la materia vista en la clase que se evaluaba y daba un pequeño porcentaje de nota positiva o negativa en función de la calificación obtenida.

Además durante el presente curso se modificó el procedimiento para impartir las prácticas de laboratorio, dándoles un mayor peso e importancia en la evaluación y a cambio, exigiendo una mayor participación de los estudiantes.

En los resultados obtenidos, en cuanto a número de aprobados de la convocatoria, el porcentaje de aprobados de los grupos con el nuevo procedimiento es similar (con fluctuaciones entre grupos) a los aprobados en los grupos de referencia, y lo mismo ocurre cuando se compara el porcentaje de aprobados en un examen de conocimientos común.

Una afirmación habitual es que si pasamos de un procedimiento de tipo magistral a otro de tipo activo cooperativo no es posible mantener los contenidos que se cubrían con el procedimiento magistral. En este experimento se ha conseguido cubrir los mismos contenidos con el nuevo procedimiento, obteniendo nuestros estudiantes resultados comparables con los que han seguido el procedimiento convencional cuando se enfrentan a un examen común de contenidos [9]. Durante el curso 2007-2008, en uno de los grupos se desarrollaron los contenidos de la asignatura sin necesidad de ninguna clase magistral, sin que los resultados objetivos fuesen peores que en el resto de los grupos en el examen de contenidos común.

No obstante, se requieren más pruebas para establecer las posibles ventajas de este tipo de docencia en el contexto que nos ocupa, así como la evaluación objetiva de las habilidades, destrezas y aptitudes transversales que se adquieren con la implementación de la nueva metodología.

Parece clara la preferencia de los estudiantes por procedimientos de enseñanza-aprendizaje más flexibles, más participativos y con evaluación continua. A pesar de que su impresión es que les exige más dedicación que en un procedimiento convencional, las evidencias objetivas demuestran que pueden cubrirse los objetivos previstos, siguiendo el procedimiento aquí propuesto sin exceder el número de horas de carga de trabajo que corresponden a los ECTS de la asignatura.

Respecto a la labor docente del profesor, el número de horas dedicadas a la preparación de material, tutorías, etc. por hora presencial en los grupos con nuevos procedimientos es muy alto incluso tratándose de profesores experimentados. Por otra parte, se suavizan aspectos de asistencia, disciplina y orden en clase que habían empeorado en algunos grupos desde hacía varios cursos, y se asigna al estudiante una mayor responsabilidad en su aprendizaje.

2. DESCRIPCIÓN DEL PROCEDIMIENTO ENSEÑANZA/APRENDIZAJE ENSAYADO

Se utiliza en dos asignaturas de primer curso de una titulación de ingeniería técnica industrial de primer curso. La primera tiene tres grupos de docencia con 144 alumnos matriculados en total y la segunda tiene dos grupos de docencia con 131 alumnos matriculados. Un grupo de cada especialidad queda como referencia, utilizando un procedimiento docente convencional, y en el resto se aplica la innovación propuesta.

En todos los grupos de cada especialidad 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 las diferentes actividades desarrolladas en clase, de forma que el examen común tiene menos peso en su nota total de la asignatura.

Además de indicarse convenientemente en la guía del estudiante, al inicio del curso se permite a los alumnos que elijan grupo en función de la metodología docente que prefieran seguir.

2.1. Desarrollo del proyecto de innovación en el aula.

Aquí detallaremos los aspectos más relevantes del procedimiento ensayado.

2.1.1. Contexto.

Se ha desarrollado para dos asignaturas de primer curso de la titulación de Ingeniería Técnica Industrial, de dos especialidades distintas. Las dos asignaturas, con sus diferencias de créditos, son esencialmente cursos básicos de electromagnetismo para estudiantes de ingeniería, con muy ligeras variaciones en sus contenidos.

En la especialidad Electrónica Industrial, la asignatura que nos ocupa se denomina "Electricidad y Electrometría". Dentro del actual Plan de Estudios es una asignatura anual obligatoria con 13,5 créditos. En el tiempo presencial previsto para la misma hay programadas 120 horas de clase y siete sesiones de prácticas de laboratorio de dos horas de duración cada una. 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 72) 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 71) y otro de tarde (G 73) se cambió el procedimiento de enseñanza/aprendizaje, reduciendo las clases magistrales y dedicando el resto del tiempo de clase a realizar diversas actividades con procedimientos activos y cooperativos.

En la especialidad Electricidad, la asignatura que nos ocupa se denomina "Electricidad y Magnetismo". Dentro del actual Plan de Estudios es una asignatura anual obligatoria con 10,5 créditos. En el tiempo presencial previsto para la misma hay programadas 90 horas de clase y siete sesiones de prácticas de laboratorio de dos horas de duración cada una.

Con el fin de comparar el procedimiento tradicional y el nuevo se ha realizado la siguiente división de grupos: El grupo de la mañana (G 40) sigue con el procedimiento de años anteriores -clases magistrales- con un solo profesor dedicado a ellas. El grupo de la tarde (G 41) sigue el nuevo procedimiento.

Al principio de cada asignatura se propuso a los estudiantes 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 les pidió una ficha de inscripción. Tras este proceso la distribución de estudiantes quedó del siguiente modo (tablas 1 y 2).

La responsabilidad docente del grupo de docencia convencional en la especialidad Electricidad fue de 3 horas a la semana. Un profesor con dedicación a tiempo completo impartió la docencia (4 horas a la semana) en el grupo G 72 de procedimiento tradicional de la especialidad Electrónica Industrial. La responsabilidad docente en los grupos de innovación (G 71, G 73 y G 41) fue de 11 horas semanales.

Para la impartición de las clases magistrales en la especialidad de Electrónica Industrial (grupo G 72) se utilizaron obviamente los mismos contenidos que en los otros dos grupos, así como la misma orientación en el desarrollo de los mismos, motivando desde el principio cada bloque temático mediante una aplicación práctica (estudio de un condensador, estudio de un circuito eléctrico, etc...) y desarrollando entorno a ellos todo el contenido teórico. En algunas de las clases se contaron además con el apoyo de experimentos de cátedra, muchos de los cuales han sido desarrollados al auspicio de anteriores convocatorias PIDUZ.

Grupo	Nº inscritos	Nº alumnos en clase 1^{eras} semanas	% alumnos en clase	Nº alumnos en clases finales 2º parc.	% alumnos en clase
G 72 (Referencia.)	71	35	49	20	28
G 71 (Nuevo proced.)	51	44	86	39	72
G 73 (Nuevo proced.)	22	21	95	18	82
Total	144	100	69	77	53,5

Tabla 1: *Asistencia a clase en los tres grupos de la especialidad Electrónica Industrial.*

Grupo	Nº inscritos	Nº alumnos en clase 1^{eras} semanas	% alumnos en clase	Nº alumnos en clases finales 2º parc.	% alumnos en clase
G 40 (Referencia.)	83	41	49	24	28
G 41 (Nuevo proced.)	48	40	83	35	73
Total	131	81	61	59	45

Tabla 2: *Asistencia a clase en los dos grupos de la especialidad Electricidad.*

El número de alumnos que se matriculan por primera vez en la asignatura Electricidad y Electrometría es de 97 (67 %) frente a los 47 (32 %) que repiten la asignatura. En la asignatura de Electricidad y Magnetismo se matriculan por primera vez 71 (54 %) y repiten la matrícula 60 (46 %).

2.1.2. Descripción del nuevo procedimiento de enseñanza-aprendizaje.

En los años anteriores, hasta el segundo parcial del curso académico 2005-2006, 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 preguntas del profesor. El procedimiento se apoyaba en abundantes recursos multimedia y explicaciones interactivas incluidas en el Anillo Digital Docente de nuestra Universidad. También se ofertaban a los estudiantes talleres voluntarios para la realización de problemas (empleando horas de tutorías de los profesores) y se hacían demostraciones en clase de las partes más significativas de la teoría. Pueden verse detalles sobre los procedimientos y material utilizado en la pestaña de aprendizaje cooperativo en la página web www.unizar.es/icee04.

En el proyecto que nos ocupa, iniciado en el segundo parcial del curso 2005/2006, 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 las distintas actividades desarrolladas en el aula.

En primer lugar se dividen los estudiantes en grupos de trabajo de tres personas y la materia de clase en varias unidades didácticas o actividades formativas. En este caso se han dividido en siete 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.

En la primera sesión de clase de cada unidad se reparte el cronograma de las actividades a realizar en el aula, así como la planificación de las actividades que cada estudiante debería realizar fuera de la misma. En este cronograma hay una previsión de horas de estudio coherente con el nuevo sistema de créditos ECTS.

Se facilitan apuntes detallados sobre la teoría a los estudiantes, con la idea que dispongan de un material escrito equivalente a los apuntes que pudieran haber tomado en las clases magistrales. Cada sesión de clase tiene asociada una actividad para que el estudiante realice un trabajo previo a la asistencia al aula, (lectura de partes de la teoría, respuesta a preguntas cortas sobre la teoría estudiada y resolución de problemas). El material de las actividades se utilizará en clase para su trabajo en grupo, siguiendo técnicas activas y cooperativas. Estas actividades forman parte del portafolio del estudiante, que se le pide mantenga actualizado y que puede ser recogido por el profesor de forma aleatoria a lo largo del curso.

Se realizan sesiones de clases magistrales bajo petición de los estudiantes. En cada unidad se pasa a los estudiantes una o dos veces (dependiendo de la duración y dificultad de la unidad) fichas de inscripción a clase magistral. En ellas ponen su nombre y los tópicos que les interesa ver en el aula. Si la mayoría de los asistentes a clase de actividades piden la clase magistral esta se realiza en la siguiente sesión; en caso contrario se continúa con las actividades remitiendo a los estudiantes interesados a tutorías voluntarias en grupo, dedicadas a la explicación de los tópicos pedidos. Al final de cada clase magistral (40 minutos) se realiza un test de comprensión obligatorio (10 minutos) de la materia vista en el aula que se evalúa, dando un pequeño porcentaje de nota positiva o negativa en función de la calificación obtenida.

Al final de cada unidad se realiza una prueba en clase sobre los contenidos de la misma, con una parte de trabajo individual y otra de trabajo en grupo. También se realizan pruebas sorpresa, aproximadamente cada dos semanas de trabajo durante todo el desarrollo de la materia. La nota media de estas pruebas parciales, ponderadas según su importancia en la asignatura, constituye el 60 % de la nota de la misma; (no obstante, con objeto de evitar posibles suspicacias, se exige una nota mínima de cuatro puntos en el examen común para poder promediar).

2.1.3. Metodología utilizada.

Esencialmente el método de trabajo en clase se basa en resolver las actividades que previamente se han encargado a los estudiantes. El tiempo de clase y fuera de ella debe estar cuidadosamente planificado por el profesor para evitar retrasos en el desarrollo de la materia. Se ha calculado la carga de trabajo para el estudiante de todas las actividades que se le proponen no excediendo, en total, la máxima carga disponible para la asignatura [7].

Un porcentaje del tiempo de clase inferior al 10 % del total es empleado por el profesor para dar explicaciones de teoría en clase, normalmente resumidas en "píldoras" de no más de 20 minutos y en ocasiones en "clases bajo petición" de 1 hora de duración. Las actividades se desarrollan con procedimientos activos y cooperativos en los que está planificada tanto la parte presencial en el aula como la no presencial. Aunque se trabaja en grupo, para reducir los problemas de compatibilidad de horarios de los estudiantes, se ha reducido el tiempo de trabajo en grupo a los momentos en que se reúnen en clase, planificando solo actividades individuales para fuera del aula. Las distintas técnicas y procedimientos utilizados en la asignatura son:

Resolución de problemas o preguntas cortas paso a paso: Consiste en encargar a los estudiantes que trabajen una parte de la teoría y respondan a cuestiones o bien resuelvan un problema (individualmente y fuera del aula). Cuando llegan a clase, se discute con los compañeros de grupo de trabajo una parte del problema, luego se pone en común y se continúa así hasta la finalización del problema o cuestionario.

Resolución de problemas o estudio de la teoría mediante el procedimiento del 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 (normalmente esto se encarga como trabajo previo fuera del aula) hay una fase de discusión con otros compañeros que han trabajado en el mismo asunto (sesiones de expertos, labor desarrollada íntegramente en el aula). 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 (también en el aula). Al final de una de estas sesiones se puede hacer una puesta en común o una prueba evaluable para constatar la eficacia en las explicaciones.

Repaso de la teoría mediante test de respuestas múltiples: En esta actividad se plantea en el aula un test de repaso de la teoría, que habitualmente lo resolvemos mediante la técnica del puzzle. Al terminar esta actividad se corrige en clase, preguntando cuantos han resuelto correctamente cada una de las preguntas, de esta forma el profesor puede incidir ese mismo instante sobre las preguntas con alto índice de error.

Clases magistrales bajo pedido o "píldoras" de teoría de 20 minutos: Periódicamente se pregunta a los estudiantes si necesitan explicaciones de alguna parte de la teoría; si la mayoría quiere se imparte una clase magistral de una hora sobre la materia o tema en cuestión; sino se deja para tutorías

voluntarias en grupo. En ocasiones se dan explicaciones de no más de 20 minutos seguidos. De este modo, no más del 10 % del tiempo total en el aula se dedica a explicaciones del profesor.

Demostraciones experimentales en clase sobre la teoría: Una actividad muy bien considerada por los estudiantes consiste en realizar en clase demostraciones experimentales de fenómenos explicados en la teoría -experiencias de cátedra-.

Actividades especiales de construcción de prototipos: Una actividad, muy valorada entre los estudiantes, es la proposición de trabajar en grupo en la construcción de un prototipo sencillo relacionado con la asignatura (trabajos de no más de 10 horas).

Prácticas de laboratorio: Ilustran lo visto en la parte teórica y su evaluación se efectúa en el propio laboratorio. Algunas tienen asociadas actividades en las que alguna parte se desarrolla en el aula.

Pruebas evaluadas en clase, al final de cada unidad: Esta actividad resulta crucial para el buen funcionamiento del procedimiento descrito. Hemos dividido la materia de cada cuatrimestre en tres unidades evaluadas. Al final de cada una de ellas se hace una prueba en clase en la que tienen que resolver un test sobre la teoría y un problema con la técnica del puzzle, (son comparables a las actividades que han estado realizando en el aula). Se realiza una prueba individual y otra colectiva del grupo. El profesor corrige ambas, de modo que la media de estas notas supone el 60 % de la nota total de la asignatura, con unas ciertas restricciones.

Portafolio: Carpeta de grupo en la que cada uno de los integrantes del grupo de trabajo deben guardar todas sus actividades de clase. Esta carpeta debe ser mantenida actualizada por todos los miembros del grupo y se evalúa aleatoriamente de forma grupal.

2.1.4. Método de evaluación propuesto.

A los estudiantes, de ambas especialidades que se inscribieron al nuevo procedimiento se les propuso componer su nota de **teoría/problemas** del siguiente modo:

- 60 % de la nota de teoría/problemas está asociado a las **actividades** de aprendizaje cooperativo realizadas en **clase**.
- El 40 % restante de la nota está asociado a un **examen común a todos los grupos**.

Los estudiantes del grupo convencional tomado como referencia obtenían el **100 %** de la **nota** de teoría/problemas mediante el **examen común**. Los estudiantes podían elegir libremente el grupo en función de su afinidad con el procedimiento seguido. Por último, se obtiene la **nota final** de los estudiantes de todos los grupos, ponderando un **80 % la nota de teoría/problemas con un 20 % de la nota de las prácticas de laboratorio**.

De esta forma, un estudiante que se inscribió en el nuevo procedimiento y ha seguido todas las actividades propuestas en clase fía 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 más de 20 notas parciales de cada estudiante**). Como puede observarse este procedimiento de evaluación es prácticamente una **evaluación continua**. Por último, indicar que se ofrecieron **planes de recuperación** para las distintas actividades realizadas en clase.

Para evitar que los estudiantes pudiesen aprobar la asignatura obteniendo una nota muy baja en el examen común (circunstancia observada en cursos académicos pasados), en este nuevo curso se exigió que la **nota del examen fuese igual o superior a cuatro** (sobre 10) como **restricción para promediar** las notas obtenidas en las diferentes actividades desarrolladas en el aula con la correspondiente al examen.

2.2. Resultados.

Aquí se muestran los cálculos realizados para obtener las horas de trabajo que corresponde a los estudiantes para las asignaturas que nos ocupa y el tiempo de profesor requerido para desarrollar 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 se analiza y evalúa el procedimiento ensayado.

2.2.1. Valoración de las horas de trabajo de los estudiantes.

Para planificar las actividades relacionadas con las asignaturas en el experimento que nos ocupa, se ha tenido en cuenta su adecuación a las cargas previstas en los nuevos créditos ECTS. Los cálculos se han hecho del siguiente modo:

La asignatura Electricidad y Electrometría es anual, y en el Plan de Estudios actual es de carácter obligatorio con **13,5 créditos**. 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 **25 h de trabajo por crédito ECTS**. 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**. Si queremos convertir la 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 $13,5 \times (60/83) \approx$ **10 créditos ECTS**. Por tanto, para superar los 13,5 créditos actuales que corresponden a este caso son exigibles $10 \times 25 =$ **250 horas de trabajo** a los estudiantes según el nuevo sistema de cálculo de tiempos de trabajo del estudiante.

La asignatura Electricidad y Magnetismo es anual y en el Plan de Estudios actual es de carácter obligatorio con **10,5 créditos**. 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 **79 créditos/año**. Los créditos que le corresponden a la parte que nos ocupa son $10,5 \times (60/79) \approx$ **8 créditos ECTS**. Por tanto, para superar los 10,5 créditos actuales que corresponden

a este caso son exigibles 8 x 25 = **200 horas de trabajo** a los estudiantes según el nuevo sistema de cálculo de tiempos de trabajo del estudiante.

2.2.2. Valoración del tiempo de trabajo del profesor.

En este apartado se valorará el tiempo de profesor necesario para preparar las exposiciones y actividades de las clases presenciales que se realizan con todo el grupo junto, es decir las que en el POD (plan de ordenación docente) se tratan como clases de teoría y prácticas tipo I. Para preparar los materiales del nuevo procedimiento y ejecutar las clases, en los tres grupos involucrados, han intervenido dos profesores. Uno ha preparado los materiales de la asignatura Electricidad y Electrometría y el otro los de Electricidad y Magnetismo. Hay que decir que no se partía de cero sino de abundantes materiales de los años anteriores en los que los profesores han dado la asignatura. **Crear todos los materiales utilizados, en un solo curso, por un profesor novel que partiese de cero lo consideramos inviable y en todo caso requeriría al menos el doble de tiempo**.

En las tablas 4 y 5 se muestra el tiempo dedicado por uno de los profesores que han intervenido en el proyecto a cada una de las actividades docentes necesarias para la preparación de los materiales de trabajo, así como para la evaluación de los estudiantes de los dos grupos de la asignatura Electricidad y Electrometría. También se incluye el tiempo dedicado a la ejecución de las clases en uno de los grupos.

Del análisis de las tablas referidas podemos obtener algunas conclusiones interesantes para la **planificación del encargo docente** asociado con estos nuevos procedimientos.

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

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

No haremos aquí un intento de análisis exhaustivo de cómo esos distintos factores afectan a la hora de obtener una fórmula para estimar la dedicación docente del profesor. Simplemente queremos dejar por escrito los resultados del análisis de nuestros datos de dedicación en este curso académico 2008-09 y anteriores.

Preparación de materiales para dar las clases: Este tiempo no depende del número de estudiantes, ni del número de grupos de docencia, sino del número de clases totales. Por tanto **se rentabiliza más conforme aumenta el número de grupos a los que se dirige**. Este año hemos necesitado unas 100 h de preparación para preparar 60 h de clase, es decir **1,7 h/hora presencial de clase**. Hay que tener en consideración que es el cuarto año

que se imparte esta metodología y que todos los materiales están ya preparados (solo hay que revisar, actualizar, corregir, mejorar, etc...).

Si repasamos la dedicación de años anteriores tenemos que la dedicación máxima se corresponde con el **primer año que se implantó** donde se necesitaron aproximadamente 224 h de preparación, o sea **3,7 h/hora presencial de clase**. Hay que decir que en el **primer año de implantación** se hizo **con profesores con experiencia en la materia**, es decir que aunque tenían que generar nuevo material para el nuevo procedimiento metodológico, conocían la asignatura y disponían de abundante material previo.

Evaluación continua: Esta es una cantidad que depende del número de estudiantes. Hemos visto que el tiempo de corrección, para tener una media de **12 notas por cuatrimestre y por alumno** no es tan grande como pudiera parecer ya que el profesor puede buscar pruebas que le lleven poco tiempo de corrección. Así este año hemos empleado unas 30 h por cuatrimestre para evaluar a unos 60 alumnos, luego esto hace **0,5 h por alumno y cuatrimestre**. El máximo tiempo empleado en años anteriores han sido 44 h de corrección por cuatrimestre, es decir **0,75 h por alumno y cuatrimestre**.

Exámenes de convocatorias: Analizando las dedicaciones de los distintos profesores concluimos lo siguiente: en nuestro ámbito preparar un examen, vigilar, analizar los resultados, reunión de evaluación, generar listas, etc puede costar un tiempo fijo de unas **35 h de profesor por convocatoria** más **0,3 h de corrección por estudiante**.

	Previos	Tema 1	Tema 2	Tema 3	Tema 4		Total
Prep Doc. de presentación	3						3
Prep.de material clases		12	22,5	36	19		89,5
Varios docencia		1		4	5		10
Corrección Actividades Clase			10	8	11,5		29,5
Pasar notas de act clase			2,5	0,5	2		5
Clases presen(G 71, 73 y 41)	2	14	18	26	22		82
Encuestas (una)					4		4
Talleres							0
Tutorías		2	1	3	3,5		9,5
							0
Prep PID Poggendorf	17						17
Pre cosas PID PID	15,5						15,5
							0
							0

Total (horas dedicadas)	37,5	29	54	77,5	67	0	265

Exámenes comunes a los tres grupo	Preparar	Vigilar	Corrección	Reunión	Analisis r	Revisión ex	Total
Primer parcial	9,5	3	18	1,5	5	1	38

Tabla 4: *Detalle de los tiempos de profesor utilizados en las distintas tareas docentes llevadas a cabo para la asignatura de Electricidad y Electrometría en el primer cuatrimestre.*

Actividades especiales relacionadas con la docencia: Aquí incluimos trabajos relacionados con la innovación docente, trabajos especiales encargados a los estudiantes de la asignatura, preparación de comunicaciones sobre la innovación docente realizada, etc. Para este tipo de actividades, necesarias para mantener "viva" la docencia, hemos empleado unas **100 h anuales**.

	Previos	Tema 5	Tema 6 y 7	Tema 8			Total
Prep Doc. de presentación							0
Prep.de material clases		25	40	38			103
							0
Corrección Actividades Clase		6,5	10,5	4,5			21,5
Pasar notas de act clase		2,5	1	2			5,5
Clases presen(G 71, 73 y 41)		15	34	22			71
Encuestas (dos)		3,5		6,5			10
Talleres							0
Tutorías		4,5	10	6,5			21
Varios relac docencia	21,7						21,7
Prep mat peti ayudas docenc	20,5						20,5
Motor imanes PID	4						4
Auditoría PID	18						18
Cong doc Valencia PID	8						8
Total (horas dedicadas)	72,2	57	95,5	79,5	0	0	304,2

Exámenes comunes a los tres grupo	Preparar	Vigilar	Corrección-Pa	Reunión	Analisis r	Revisión ex	Total
Segundo parc y 1ª Conv	5	4,5	4				13,5

Tabla 5: *Detalle de los tiempos de profesor utilizados en las tareas docentes llevadas a cabo para la asignatura de Electricidad y Electrometría en el segundo cuatrimestre.*

Un resumen de la dedicación empleada en cada cuatrimestre para la preparación de la asignatura Electricidad y Electrometría y su porcentaje respecto a las horas presenciales asignadas puede verse en la tabla 6.

Primer cuatrimestre		% E	Segundo cuatrimestre		% E
Horas de enseñanza E	60		Horas de enseñanza E	60	
Preparación	92,5	154	Preparación	103	172
Tutorías	9,5	16	Tutorías	21	35
Evaluación actividades en clase	38,5	64	Evaluación actividades en clase	37	62
Practicas PID	32,5	54	Practicas PID	50,5	84
Evaluación examen parcial	38	63	Evaluación examen parcial	13,5	23
Total	293	488	Total	296	493

Tabla 6: *Encargo docente por cuatrimestre para impartir un grupo de teoría de la asignatura Electricidad y Electrometría usando el nuevo procedimiento docente descrito aquí (no se han considerado las horas de los grupos de prácticas). Son datos obtenidos para un profesor con larga experiencia en la impartición de esa asignatura.*

La optimización del tiempo de profesores en función del número de años que se repite el procedimiento puede estimarse comparando los datos de la tabla 6 con los datos de dedicación obtenidos para la ejecución del procedimiento en los años anteriores [1, 3]. Así, el número de horas de profesor por hora presencial necesarias en función del número de veces que

se repite el procedimiento en los diferentes cuatrimestres arroja el siguiente resultado, ver tabla 7.

Del análisis de la tabla anterior y **con vistas a la implantación de un procedimiento** como el aquí descrito, se observa que el coste de profesor es elevado y para que este tipo de metodología sea **sostenible** por los profesores que se encarguen de ellos, es necesario combinar su encargo docente con otras actividades que o bien impliquen repetir las clases preparadas varias veces o sean prácticas sencillas que no les requieran mucha preparación previa. También es posible asignar a varios profesores la preparación de una misma asignatura cuando tiene varios grupos involucrados.

Número de veces que el profesor ha ejecutado el procedimiento	1	2	3	4	5	6	7
Horas de profesor por hora presencial	5,9	4,8	3,8	5,3	6,8	4,9	4,9

Tabla 7: *Horas de profesor empleadas en la asignatura de Electricidad y Electrometría en función del número de veces que se ha repetido el procedimiento.*

Los tiempos indicados en tablas 4, 5 y 6 son **tiempos netos medidos**. A efectos de planificación habría que **incrementarlos en un 10 %** para tener en cuenta los tiempos habituales de descanso en una jornada laboral. También **hay que tener en cuenta** que **han sido tomados para profesores con amplia experiencia en** la impartición de **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.

No parece conveniente encargar a profesores noveles la implantación de nuevos procedimientos como los descritos en la presente comunicación, ya que el tener que dedicar un esfuerzo muy importante tanto en la preparación de los contenidos como en la creación de los nuevos materiales, puede desbordar su capacidad de trabajo.

2.2.3. Valoración de las opiniones de los estudiantes.

Después de 6 semanas de trabajo se hizo una encuesta a los estudiantes de los tres grupos experimentales para recabar su opinión sobre las actividades realizadas en clase. Contestaron 65 estudiantes de la especialidad electrónicos (89 % de los inscritos) y 40 de la especialidad eléctricos (83 % de los inscritos). En resumen los resultados fueron los siguientes:

- Un 55 % de los estudiantes dicen que el método propuesto para estudiar la teoría les parece bien o muy bien.

- El grado de satisfacción global con la asignatura hasta el momento es suficiente (un 40 % en el G 71, un 43 % en G 73 y un 56 % en G 41 dicen que su satisfacción es grande o muy grande.)
- El 54 % del G 71, el 45 % en G 73 y el 82 % en G 41 opina que el método o procedimiento activo-colaborativo seguido en esta asignatura es mejor o incluso mucho mejor que el tradicional seguido en otras asignaturas.
- El 47 % del G 71, un 57 % en G 73 y un 50 % en G 41 dice que tiene que efectuar un esfuerzo mayor con este nuevo procedimiento que con la metodología convencional, basada en clases magistrales y donde el alumno es un componente pasivo.
- El 90 % del G 71, un 75 % en G 73 y un 85 % en G 41 dice que aprovecha igual o mejor en este procedimiento respecto al convencional.
- A la pregunta sobre el tiempo de estudio que realmente han empleado los estudiantes respecto al planificado responden con una distribución centrada en el tiempo nominal ligeramente desplazada hacia el defecto, con lo que se valida aproximadamente el tiempo planificado para las actividades. En los cuatro últimos cursos la EUITIZ ha realizado estudios para computar el tiempo de trabajo de los estudiantes, en créditos ECTS, para la preparación de las asignaturas. Los datos para dichos estudios se obtienen por medio de encuestas semanales realizadas a los estudiantes. El curso 2005-06 se evaluaron las asignaturas impartidas en 2º cuatrimestre del primer curso, de las 5 titulaciones, y el curso 2006-07 las asignaturas impartidas en el segundo cuatrimestre de los 3 cursos, de las 5 titulaciones. Los informes con los resultados obtenidos se encuentran en la siguiente página web http://www.unizar.es/euitiz/eees/eees.htm.

Durante el primer cuatrimestre del curso 2007-2008 se han estudiado las asignaturas impartidas en el primer cuatrimestre de los 3 cursos, de las 5 titulaciones. El resultado de estas encuestas por asignaturas y grupos ha sido el siguiente:

Grupo	G 71	G 72	G 73	G 40	G 41
Dedicación semanal media (horas)	7,61	7,67	7,05	4,85	8,71

Tabla 8: *Horas de estudiantes empleadas en la asignatura.*

La dedicación media para los grupos de Electrónica Industrial es muy parecida y algo inferior a las 8,66 horas que les correspondería por créditos. No sucede lo mismo respecto a los grupos de la especialidad de Electricidad, donde los estudiantes del nuevo procedimiento dedican bastante más tiempo que la correspondiente a sus compañeros del grupo convencional (G 40). La media semanal de dedicación oficial es de 7 horas.

La mayor dedicación del grupo G 41 parece justificada por el número de actividades que contenía el procedimiento al hacerlo extensivo a las prácticas de laboratorio, pero la menor dedicación del grupo G 40 no tiene una explicación sencilla –grupo de referencia-. Como posible causa

podemos pensar en la labor personal del profesor responsable de ese grupo, ajeno totalmente a actividades de innovación docente como la planteada en este proyecto.

- Tras una sesión de aprendizaje cooperativo de problemas, aproximadamente el 95 % en todos los grupos dice entender bastante o más el problema en cuestión que se les había encargado. En un porcentaje similar dicen entender los problemas que les explican sus compañeros.
- Respecto a las clases magistrales, ninguno dice que son de escaso o nulo interés. Aquí hay que resaltar que pese a la respuesta de esta pregunta, casi nunca se ha alcanzado la mayoría de los estudiantes asistentes a clase -durante el curso- para realizar una clase magistral bajo pedido cuando se les ha ofrecido.
- Respecto a la resolución cooperativa de preguntas tipo test en clase, entorno al 10 % las encuentran de escaso interés.
- Respecto a la resolución cooperativa de problemas el 5 % las encuentran de escaso interés.
- Respecto a los tiempos programados para las actividades en clase sólo el 20 % considera que han sido insuficientes o muy escasos.

Tras 14 semanas de clase con el nuevo procedimiento se realizó una segunda encuesta a los estudiantes de ambos grupos y que rellenaron 60 estudiantes de la especialidad electrónicos (82 % de los inscritos) y 35 alumnos de la especialidad eléctricos (73 % de los inscritos). Los resultados se resumen así:

- El grado de satisfacción global con la asignatura mejora ligeramente respecto a la encuesta anterior (un 58 % en el G 71, un 63 % en G 73 y un 48 % en G 41 dicen que su satisfacción es grande o muy grande.)
- El 77 % del G 71, el 63 % en G 73 y el 72 % en G 41 opina que el método activo seguido en esta asignatura es mejor o mucho mejor que el tradicional clase magistral seguido en otras asignaturas. Esto mejora claramente los resultados de la anterior encuesta
- El 18 % del G 71, un 12 % en G 73 y un 34 % en G 41 dice que tiene que hacer un esfuerzo mayor con este procedimiento que con el convencional.
- En cuanto al aprovechamiento de las clases, entorno a un 70 % de los estudiantes encuestados afirma que el aprovechamiento de las clases es mayor o mucho mayor con este procedimiento activo-colaborativo.
- A la pregunta sobre el tiempo de estudio que realmente han empleado respecto al planificado, responden con una distribución escorada hacia el defecto, lo que indica que el tiempo planificado para las actividades es adecuado.
- Respecto a las clases magistrales, menos del 10 % dicen que son de escaso interés.
- Respecto a los tiempos programados para las actividades en clase, el 15 % indica que han sido insuficientes o muy escasos.

- A la pregunta de si prefieren continuar el segundo cuatrimestre con un procedimiento tradicional en lugar de la metodología desarrollada en el primer parcial, menos del 10 % preferirían cambiar a un procedimiento tradicional.

La tercera encuesta se realizó en la última semana del segundo cuatrimestre y se propuso a los cinco grupos de docencia de la asignatura, tres de nuevo procedimiento y dos de tradicional. En los dos grupos del nuevo procedimiento respondieron a la encuesta 55 estudiantes de la especialidad Electrónica Industrial (dos grupos) y 35 de la especialidad Electricidad (un grupo), mientras que en los grupos convencionales de referencia respondieron en total 28 estudiantes (dos grupos, uno de Electricidad y otro de Electrónica Industrial).

- El grado de satisfacción global con la asignatura en los grupos de nuevo procedimiento mejora claramente respecto a las encuestas anteriores (un 62 % en el G 71, un 72 % en G 73 y un 46 % en G 41 dicen que su satisfacción es grande o muy grande.) El grado de satisfacción en los grupos de referencia es inferior (un 47 % en G 72 y un 33 % en G 40 dicen que su satisfacción es grande o muy grande).
- A la pregunta sobre la necesidad de las exposiciones teóricas para el entendimiento de la materia, dicen que son necesarias o imprescindibles, en los grupos de nuevo procedimiento, un 58 % de los electrónicos (G 71 y G 73), un 77 % de los eléctricos del G 41; y en los grupos tradicionales un 89 % en G 72 y un 44% en G 40.
- El número de estudiantes que dice entender poco o nada cuando va a clase después de preparar las actividades que le han propuesto o de leerse la teoría a tratar son un 23 % de los electrónicos (G 71 y G 73), un 29 % de los eléctricos del G 41; y en los grupos tradicionales un 18 % en el G 72 y 44 % en el G 40.
- Cuando se pregunta a los estudiantes de los grupos del nuevo procedimiento si creen que el método activo es mejor que el convencional, el 75 % dicen que mejor o mucho mejor.
- Cuando se les pregunta sobre el tiempo empleado para las actividades propuestas respecto al planificado, solo el 15 % de los electrónicos y el 34 % de los eléctricos, de nuevo procedimiento dicen que han necesitado más o mucho más tiempo de estudio.

Merece la pena destacar algunas opiniones más relativas exclusivamente a los grupos del nuevo procedimiento.

- Un 8 % de los encuestados no está contento con el trabajo de sus compañeros en las actividades de clase.
- Los estudiantes encuestados están satisfechos en su mayoría con las actividades programadas, considerándolas de interés suficiente, alto o imprescindible más de un 60 % de los encuestados, salvo en la resolución de test en clase, tanto evaluados como sin evaluar; en ellos el porcentaje se reduce al 40 %.
- A la pregunta de si han sido bien informados sobre su progreso en el aprendizaje el 90 % responden que si.

Si algún lector requiriese las encuestas realizadas para hacer algún otro análisis o plantear algún tipo de cuestión relacionada, puede consultarlas poniéndose en contacto con los participantes en este Proyecto, o en el apartado de aprendizaje cooperativo incluido en la siguiente página web http://www.unizar.es/icee04/

2.2.4. Comparación de los resultados académicos obtenidos.

En cuanto a los resultados académicos obtenidos tras la aplicación de este nuevo procedimiento a los dos grupos de docencia de electrónicos, durante un curso académico completo, hemos hecho varias comparaciones.

	2004-2005	2004-2005	2005-2006	2005-2006	2006-2007	2006-2007	2007-2008	2007-2008	2008-2009	2008-2009
	nº apr	% Ap/m	nº apr	% Apr/m	nº apr	% Apr/m	nº apr	% Apr/m	nº apr	% Apr/m
1er Parcial	99	30,0	55	20,5	87	41,2	67	39,4	65	45
2º Parcial	82	24,8	78	29,1	54	25,6	42	24,7	44	30
Junio	93	28,2	71	26,5	70	33,2	37	21,8	43	30,6
Julio	28	8,5	23	8,6	17	8,1	16	9,4	15	10,4
Septiembre	30	9,1	33	12,3	3	1,4	19	11,2		
Total	151	45,8	127	47,4	90	42,7	72	42,4		

Tabla 9: *Comparación de resultados académicos obtenidos en los cursos 2004-2005, 2005-2006, 2006-2007 y 2007-2008 en la asignatura Electricidad y Electrometría. En el curso académico 2004-05 hubo 330 alumnos matriculados, en el 2005-06 hubo 268, en el 2006-07 hubo 211, en el 2007-08 hubo 170, y en el 2008-09 hubo 144 de los que 73 se inscribieron al nuevo procedimiento.*

En primer lugar se cotejan los resultados globales de la asignatura Electricidad y Electrometría desde el curso 2004-05 y en segundo lugar los obtenidos en este último curso en los distintos grupos. Las comparaciones se muestra en las tablas 9 y 10. Hay que tener en consideración que hasta el 2do parcial del curso 2005-2006 se siguió un procedimiento tradicional en los tres grupos. No tenemos datos de años anteriores de la asignatura Electricidad y Magnetismo.

	Nº Alum matr	Nº pr_ jun+jul	% pres	Apr ex com Jun_Jul	Apr Conv Jun+jul	% Apr EX/pr	% Apr conv /pr	%AP EX/matr	% Apr Con/ mt
G 72 (ref)	42	20	47,6	15	15	75,0	75,0	35,7	35,7
G 71	51	37	72,5	22	29	59,5	78,4	43,1	56,9
G 73	50	20	40,0	13	15	65,0	75,0	26,0	30,0
G 40 (ref)	65	41	63,1	32	32	78,0	78,0	49,2	49,2
G 41	66	43	65,2	25	29	58,1	67,4	37,9	43,9

Tabla 10: *Comparación de los resultados académicos obtenidos en el curso 2008-09 en los distintos grupos de la asignatura para la primera convocatoria. Recordar que G 72 y G 40 son los grupos de referencia (procedimiento tradicional).*

Otro aspecto que suscita interés en este estudio es comparar los resultados de los grupos de referencia (G 72 y G 41) con respecto a los pertenecientes

a los otros grupos implicados en los procedimientos de cambio. Los resultados obtenidos se muestran en tabla 10.

Los resultados mostrados en la tabla 9 parecen indicar una continuidad en el tiempo de los resultados obtenidos en la asignatura de Electricidad y Electrometría en tanto por ciento respecto de los matriculados. La media histórica en las dos primeras convocatorias se encuentra entorno al 30% (la media del periodo 1998-2003 del curso completo –tres convocatorias– fue del 36%).

Los resultados de tabla 10 muestran que aunque generalmente se consigue un rendimiento similar, e incluso superior de los estudiantes que siguen este procedimiento frente a un examen común de contenidos, pueden ocurrir grandes fluctuaciones anuales, sin motivos objetivos aparentes, entre unos grupos y otros.

2.3. Valoración del procedimiento ensayado.

2.3.1. Puntos fuertes.

- El procedimiento seguido ha permitido explicar la misma cantidad de conocimientos que el tradicional, basado en clases magistrales, sin que los resultados empeoren.
- Se relaja el papel del profesor como responsable único del proceso de enseñanza-aprendizaje, al transferir parte de esa responsabilidad sobre el estudiante.
- La mayor actividad de los estudiantes en clase. (No obstante las habilidades, destrezas y competencias adquiridas derivadas de la implementación de la nueva metodología 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.

2.3.2. 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 planteadas en el aula tienden a resolverse de forma trivial. Si comparan el nuevo procedimiento 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. Un ejemplo claro son los resultados obtenidos en el grupo G 41 de eléctricos, que no se justifica en comparación con los grupos de nuevo procedimientos de electrónicos

(G 71 y G 73) que obtienen mucho mejor resultado, siguiendo el mismo procedimiento y con el mismo profesorado.

- La sensación en el aula de los profesores implicados en este proyecto ha sido buena.
- Poniendo un tope mínimo de 4 puntos en el examen común se observa que un 20 % de los estudiantes que aprueban la asignatura en la primera convocatoria (10/50) obtienen una calificación en el examen entre el 4 y el 5, es decir aprueban la asignatura apoyándose en las actividades de clase.

2.3.3. 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 consecuencia, dado que este procedimiento es más acorde con los criterios de convergencia europea puede ser utilizable como alternativa al tradicional.

Con las clases de que se dispone en la actualidad en nuestra Escuela con bancos fijos en los que las sillas no pueden moverse, hay que tener en cuenta que en cada banco de 5 sillas solo podrían sentarse 3 personas para desarrollar los procedimientos descritos aquí. Así, un aula para 120 personas (doce filas con dos bancadas de 5 asientos cada una) podría usarse para un máximo de 72 alumnos.

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 60 alumnos.

El tiempo de profesor necesario para la implantación del procedimiento aumenta respecto a los procedimientos tradicionales, por lo que la sostenibilidad a largo plazo de estos procedimientos, en un número significativo de asignaturas depende, en buena parte, de la voluntad institucional y de las posibilidades de financiación de los mismos.

A la larga, en una asignatura con varios grupos de docencia, es admisible que se desarrolle el proceso de enseñanza/aprendizaje con procedimientos distintos en cada grupo, pero debe conservarse un porcentaje común de evaluación que asegure la homogeneidad de los resultados obtenidos. Lo contrario da lugar a agravios comparativos entre los estudiantes, que provocan descontento innecesario.

3. CONCLUSIONES

Este nuevo **procedimiento se basa** en **enseñanzas constructivistas, activas y cooperativas**. En este trabajo es posible comparar resultados entre estudiantes que en el mismo curso trabajan la misma asignatura con procedimientos diferentes, mediante un examen común de contenidos.

De los resultados obtenidos concluimos las siguientes **evidencias**:

El procedimiento propuesto **encaja mejor** que el basado en clases magistrales en el **sistema propuesto por Bolonia**, ya que tiene en cuenta todo el trabajo que debe hacer el estudiante y su proceso de aprendizaje.

Además, **trabaja** en clase **competencias genéricas** como el **trabajo en equipo**, la **expresión oral** y la **presentación de ideas propias**.

La **satisfación** de los **estudiantes** es **mayor** que en el procedimiento tradicional. Su sensación de aprovechamiento de las clases aumenta.

El **profesor tiene realimentación** constante **sobre** el **proceso de aprendizaje** de sus estudiantes, pudiendo hacer modificaciones sobre la marcha que permitan aumentar la eficiencia del procedimiento.

Es posible estudiar los contenidos de un temario estándar utilizando este procedimiento, en vez del convencional, obteniendo resultados ligeramente superiores en cuanto a porcentaje de aprobados de un examen común con los estudiantes del procedimiento convencional, y **sin exceder las horas de trabajo que corresponden al estudiante**. Esta evidencia **rompe el "mito pedagógico"** de que **con procedimientos activos no es posible cubrir la misma cantidad de contenidos** que con un **procedimiento** convencional **basado** en **clases magistrales**.

De las evidencias anteriores concluimos que el **procedimiento propuesto** se **adapta mejor** al **proceso de aprendizaje de los estudiantes** que el convencional. Por tanto **en el ámbito de la convergencia europea** debería fomentarse que un porcentaje significativo de asignaturas fuesen desarrollados con procedimientos activos y cooperativos.

Es fundamental la coordinación de los profesores que imparten una misma asignatura en distintos grupos de docencia y el empleo de materiales docentes comunes.

Referencias bibliográficas

[1]. J. Mur, J.S. Artal, A. Usón y J. Letosa. "Ensayo de una Metodología Activa para la Enseñanza de un Curso Básico de Electricidad y magnetismo para Ingenieros". JIDUZ_08, febrero 2008. Universidad de Zaragoza.

[2]. J. Mur, J.S. Artal, A. Usón y J. Letosa, "Experimento de Aprendizaje Activo y Cooperativo en un Curso Básico de Electromagnetismo para Ingenieros Técnicos", CUIEET07. Valladolid, julio 2007.

[3]. 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.", JIDUZ_06. Zaragoza, noviembre 2006.

[4]. Karan Watson, "Utilization of Active and Cooperative Learning in EE Courses: Three Classes and the Results", 1995 Frontiers in Education Conference.

[5]. Steven R. Hall, Ian Waitz, Doris R. Brodeur, Diane H. Soderholm and R. Nasr, "Adoption of Active learning in a Lecture-Based Engineering Class", 32nd ASEE/IEEE Frontiers in Education Conference. November 2002. Boston MA. ISBN 0-7803-74444-4.

[6]. Michael Prince, "Does Active Learning Work?. A Review of the Research", Journal of Engineering Education. July 2004.

[7]. J. Bará, M. Valero-García. "Aprendizaje basado en proyectos (Project based Learning) en la formación de Ingenieros". Marzo 2006. ICE, Universidad de Zaragoza.

[8]. Información sobre metodologías y distribución de tareas aplicadas al aprendizaje de la Física, web http://physics.pomana.edu/sixideas "Online Instructor Manual".

[9]. Paul H. Kva, "The Effect of Active Learning Methods on Student Retention in Engineering Statistic". The American Statistician, vol. 54, nº 2 (May 2000), pp 136-140.