



UNIVERSIDAD DE ZARAGOZA
Departamento de
Ingeniería Eléctrica



ESCUELA UNIVERSITARIA DE INGENIERÍA TÉCNICA INDUSTRIAL DE ZARAGOZA

Autores:

Jesús Letosa Fleta (jletosa@unizar.es).
Antonio Usón Sardaña (auson@unizar.es).
Jesús Sergio Artal Sevil (jsartal@unizar.es).
Miguel Samplón Chalmeta (msamplon@unizar.es)
Joaquín Mur Amada (joako@unizar.es).

*Departamento de Ingeniería Eléctrica
Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Industrial
María de Luna 3. Ed. Torres Quevedo*

TÍTULO

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

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 es 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.

En los resultados obtenidos, en cuanto a número de aprobados de la convocatoria, el porcentaje de aprobados frente a matriculados de los grupos con el nuevo procedimiento es ligeramente superior al de los grupos de referencia, y lo mismo ocurre cuando se compara el porcentaje de aprobados en un examen de conocimientos común. Esto demuestra que es posible cubrir un programa de conocimientos estándar de una asignatura con procedimientos de enseñanza/aprendizaje alternativos al de las clases magistrales.

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.

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 elevado incluso tratándose de profesores experimentados. Por tanto, la sostenibilidad e implantación amplia de estos procedimientos depende en buena medida del apoyo institucional que reciban.

Palabras clave: metodología activa, aprendizaje cooperativo, comparación procedimientos enseñanza-aprendizaje

Índice:

1.	Introducción.....	3
2.	Descripción del procedimiento de enseñanza/aprendizaje ensayado	4
2.1.	Desarrollo del proyecto de innovación en el aula.....	4
2.1.1.	Contexto	4
2.1.2.	Descripción del nuevo procedimiento de enseñanza-aprendizaje	6
2.1.3.	Metodología utilizada.....	7
2.1.4.	Método de evaluación propuesto.....	9
2.2.	Resultados.....	9
2.2.1.	Valoración de las horas de trabajo de los estudiantes	9
2.2.2.	Valoración del tiempo de trabajo del profesor	10
2.2.3.	Valoración de las opiniones de los estudiantes	14
2.2.4.	Comparación de los resultados académicos obtenidos.....	16
2.3.	Valoración del procedimiento ensayado.....	18
2.3.1.	Puntos fuertes	18
2.3.2.	Puntos débiles	18
2.3.3.	Comentarios al aprovechamiento del grupo 41	18
2.3.4.	Posibilidades de generalización.....	20
3.	Conclusiones.....	20
4.	Apéndice 1: Actividades especiales de construcción de prototipos	22
5.	Apéndice 2: Evaluación externa del procedimiento	26
6.	Justificación de gastos asociados al proyecto PIIDUZ-B1/nº 337	38
7.	Referencias Bibliográficas.....	38

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].

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 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.

Las nuevas metodologías utilizadas son: el aprendizaje tipo puzzle; la resolución activa, paso a paso, de problemas tipo; 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 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.

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.

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 aptitudes transversales que se adquieren.

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 de 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 sus actividades en clase, de forma que el examen común tiene menos peso en su nota total de la asignatura.

Al inicio del curso se permite a los estudiantes que elijan grupo en función de la metodología 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 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 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 del grupo de docencia convencional en la especialidad Electricidad fue de 3 horas a la semana, docencia impartida por un profesor titular de escuela universitaria. Otro profesor funcionario con dedicación a tiempo completo impartió la docencia (4 horas a la semana) en el grupo 72 de procedimiento tradicional de la especialidad Electrónica Industrial. La responsabilidad docente en los grupos de innovación (71, 73 y 41) fue de 11 horas semanales, cubiertas por dos profesores titulares de escuela universitaria.

Para la impartición de las clases magistrales en la especialidad de Electrónica Industrial (grupo 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...) y desarrollando en torno a ellos todo el contenido teórico. Las clases contaron además con el apoyo de experimentos de cátedra.

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 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 sus actividades en clase.

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 del aula. 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 de que tengan un material escrito equivalente al 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 a clase (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 cooperativas y activas. Estas actividades forman parte del portfolio del estudiante, que se le pide mantenga actualizado y que puede ser recogido por el profesor de forma aleatoria.

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 la clase. 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 la clase 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, constituyen el 60 % de la nota de la misma. (no obstante 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 [2].

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 de clase.

Las distintas técnicas utilizadas 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, 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 en el momento en 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 da una clase magistral de una hora sobre el tema; sino se deja para tutorías voluntarias en grupo. En ocasiones se dan explicaciones de no más de 20 minutos seguidos. En total 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.

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. Se evalúan 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. Hemos dividido la materia de cada cuatrimestre en tres unidades evaluadas. Al final de cada una de ellas se hace una prueba en la 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 haciendo en

clase). Se realiza una prueba individual y otra de grupo. El profesor las corrige. La media de estas notas es el 60 % de la nota total de la asignatura, con unas ciertas restricciones.

Portfolio: 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 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 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 pasados), en este 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 actividades de clase con la del 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 $8 \times 25 = 200$ **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 nuevo profesor 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 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 de cómo esos factores afectan a la hora de obtener una fórmula para estimar la dedicación del profesor. Simplemente queremos dejar por escrito los resultados del análisis de nuestros datos de dedicación es este año 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 cuenta que es el **cuarto año** que se da 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 fue el **primer año que se implantó** que de 224 h, 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**, o sea que aunque tenían que generar nuevo material para el nuevo procedimiento, 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, o sea **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**.

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**.

ENSAYO DE UNA METODOLOGÍA ACTIVA PARA LA ENSEÑANZA DE UN CURSO BÁSICO DE ELECTRICIDAD Y MAGNETISMO PARA INGENIEROS.

	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	Análisis 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.

	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-P	Reunión	Análisis 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 distintas 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
Practicac PID	32,5	54	Practicac 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 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:

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.

Del análisis de la tabla anterior y **con vistas a la implantación de un procedimiento** como el descrito aquí, se observa que el coste de profesor es elevado y que para que 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 le requieran mucha preparación previa. También es posible asignar a varios profesores la preparación de una misma asignatura cuando tiene varios grupos involucrados.

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 aquí, ya que el tener que dedicar un esfuerzo muy

importante tanto en la preparación de los contenidos como en a 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 activo seguido en esta asignatura es mejor o 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 hacer un esfuerzo mayor con este procedimiento que con el convencional.
- 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 respecto a 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 se encuentran en la página web <http://www.unizar.es/euitiz/ees/ees.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	71	72	73	40	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 de sus compañeros del grupo convencional (G40). La media semanal de dedicación

oficial es de 7 horas. La mayor dedicación del grupo 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 40 no tiene una explicación sencilla. 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 que se les ha 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, en torno a 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 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 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, en torno a un 70 % de los estudiantes encuestados afirma que el aprovechamiento de las clases es mayor o mucho mayor con este procedimiento.
- A la pregunta sobre el tiempo de estudio que realmente han empleado respecto a planificado, responden con una distribución escurada 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 vez del seguido en el primer parcial, menos del 10 % preferirían continuar con 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, puede consultarlas poniéndose en contacto con los participantes en este Proyecto, o en el apartado de aprendizaje cooperativo de <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. En primer lugar se comparan los resultados globales de la asignatura Electricidad y Electrometría desde el curso 2004-2005 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 cuenta que hasta el 2º 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.

	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 y 2006-2007 y 2007-2008 en la asignatura Electricidad y Electrometría. En el curso 04-05 hubo 330 alumnos matriculados, en el 05-06 hubo 268, en el 06-07 hubo 211, en el 2007-2008 170, y en el 2008-2009 144 de los que 73 se inscribieron al nuevo procedimiento.

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.

	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 2008-2009 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).

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 en torno 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 al estudiante.
- La mayor actividad de los estudiantes en clase. (No obstante las habilidades, destrezas y competencias adquiridas derivadas de ello están por evaluar, véase apéndice 1).
- 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 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. Un ejemplo claro son los resultados obtenidos en el grupo 41 de eléctricos, que no se justifica en comparación con los grupos de nuevo procedimientos de electrónicos (G71 y G73) 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. Comentarios al aprovechamiento del grupo 41

El grupo 41 se ha comportado durante este curso de forma diferente a cómo lo hizo el curso pasado, obteniendo un rendimiento inferior. También su rendimiento es inferior si se compara con los grupos del presente curso de innovación (71 y 73) y con su grupo de referencia (40). Algunos de los comportamientos observados y circunstancias que pueden justificar el bajo rendimiento se indican a continuación.

- Los alumnos repetidores del grupo 41 del curso pasado 2007-2008 habían asistido ya a un curso completo de la asignatura impartida de forma convencional (clases magistrales), por lo que aceptaron con más entusiasmo el

nuevo procedimiento. Los repetidores del presente curso ya conocían el procedimiento y sus limitaciones (no había servido el curso pasado para ayudarles a aprobar).

- Las clases magistrales bajo pedido, que había sido un recurso muy demandado el curso pasado, no dio buen resultado este curso. Los estudiantes solo pidieron mayoritariamente cinco clases magistrales y durante su desarrollo no se logró la atención deseada.
- Desde las primeras semanas del curso se observó una menor disciplina de los grupos en el desarrollo de las actividades de clase. Se cometió el error de reagrupar a los estudiantes para realizar las actividades cuando solo asistía uno de los tres miembros del grupo a clase, lo que redujo considerablemente el efecto de responsabilidad dentro del grupo. No obstante, decir que ese mismo criterio ha sido usado en el resto de los grupos y en años anteriores sin encontrar una bajada del rendimiento como en este caso.
- Se hizo escaso uso del recurso de las tutorías para la revisión de los ejercicios de clase evaluados y de los tests, a pesar de la importancia que los profesores dieron en clase a esta actividad.
- El comienzo del segundo cuatrimestre fue muy positivo. En la actividad evaluada de la unidad 5 se presentaron el 98% de los estudiantes, la nota media fue de 6,01 y la suspendió el 26% de los presentados. Pero al comenzar la siguiente unidad, la número 6 correspondiente al primer tema de magnetismo, se redujo considerablemente la asistencia a clase (en torno al 35%). Los profesores no hemos sabido dar una explicación a este comportamiento. A la actividad evaluada de la unidad 6 se presentaron el 98% de los estudiantes del grupo pero la nota media de la actividad se redujo a 4,11 y la suspendió el 70% de los estudiantes.
- Para intentar corregir estos resultados en la unidad 7, se decidió orientar una de las horas semanales de clase a actividades de teoría, con más protagonismo del profesor, y a evaluar semanalmente a los estudiantes. Esto último provocó cierta reacción de rechazo, que se manifestó en algunos comentarios de la última encuesta. A la actividad evaluada se presentaron el mismo número de estudiantes que a la anterior. La nota media de la actividad evaluada fue de 4,35 y la suspendió el 64% de los presentados.
- En general, el repaso para la preparación del examen común no se realizó basándose en los ejercicios trabajados en clase y en los apuntes de teoría (procedimiento recomendado por los profesores) sino en el estudio superficial de una colección de exámenes previos resueltos y publicados por el profesor del grupo de docencia convencional (G40).
- El grupo 41 sigue también un método de enseñanza-aprendizaje activo con evaluación continua en la asignatura “Fundamentos físicos de la ingeniería”. Se compararon los resultados obtenidos por los estudiantes comunes en la primera convocatoria de este curso en las dos asignaturas. De los 34 estudiantes que participan en las actividades de las dos asignaturas, 17 aprueban la asignatura de Física en la primera convocatoria frente a los 8 que lo hacen en Electricidad y Magnetismo. Estos 8 estudiantes aprueban las dos asignaturas, sin que haya ninguno que apruebe Electricidad y Magnetismo y suspenda o no se presente a Física.

2.3.4. 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 procedimientos tradicionales, por lo que la sostenibilidad a largo plazo de estos procedimientos, en un número significativo de asignaturas depende, 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**, la **presentación de ideas propias**, y la **cooperación**.

La **satisfacción** 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.

4. Apéndice 1: Actividades especiales de construcción de prototipos

Para fomentar el trabajo en grupo de los estudiantes y aumentar su motivación se promovieron dos actividades voluntarias, abiertas a los cinco grupos de docencia de las dos asignaturas involucradas en este proyecto.

Los trabajos consistían en la construcción de un pequeño prototipo en grupos de tres personas a partir de una pequeña información previa que nosotros les facilitamos previamente (véase la hoja informativa que se pasó a los estudiantes en las páginas siguientes)

En los grupos de nuevo procedimiento los grupos de trabajo eran los ya establecidos para el resto de la asignatura, mientras que en los grupos tradicionales se construyeron a propósito para estos trabajos.

Los trabajos se valoraron en carga de trabajo necesitando 10 h de trabajo por estudiante, o sea **0,4 créditos ECTS**.

El resumen de resultados es en siguiente:

	Nº de inscritos en la actividad	%_Inscritos vs activ_vs_Matr	%_Insc activ_vs_Inscr Nuev Proc	Nº Grupos inscritos	Nº de alumnos que present el trabajo	Nº Grupos que present_ el trabajo	Nº Grupos entre los 10 mejores
G 71 (PID)	38	75	75	13	35	12	4
G 72 (tradic)	17	40		6	17	6	2
G 73 (PID)	21	42	95	8	12	4	1
Tot_Electron	76			27	64	22	
G 40 (tradic)	5	7,7		2	3	1	1
G 41 (PID)	25	37	52	9	15	5	2
Tot_Electric	30			11	18	6	
Tot	106			38	82	28	

Tabla 11: Resumen de resultados en la actividad especial del primer parcial consistente en construir un motor de Poggendorff.

En el segundo parcial, por petición de bastantes estudiantes se propuso un segundo trabajo consistente en construir un motor de imanes permanentes pulsante. Los materiales y geometría eran similares al del motor de Poggendorff, por lo que podía reciclarse parte del anterior trabajo. 44 estudiantes presentaron el segundo trabajo. Entre los 10 mejores trabajos 4 fueron de G 71, 2 de G73, 3 de G 41 y uno de G 72. Ningún estudiante del grupo 40 participó en esta actividad.

Valoración:

La aceptación de los estudiantes fue amplia y muy buena. Los profesores también tuvieron una impresión muy buena. En ambas actividades se presentaron prototipos bien ejecutados. (Pueden verse fotografías en la parte de aprendizaje cooperativo de <http://www.unizar.es/icee04/>). La calidad de los trabajos presentados fue, en general, muy superior a los presentados en una actividad similar del curso anterior.

En los grupos de nuevo procedimiento se apuntaron muchos más grupos obteniendo buenas puntuaciones en los trabajos realizados.

Material que se proporcionó a los estudiantes para la realización del trabajo del primer parcial.

Motor de Poggendorff

Tiempo máximo que debe utilizar cada uno de los participantes:

10 h

Introducción

Johann Christian Poggendorff fue un físico alemán nacido en Hamburgo en 1796. Inventó un motor electrostático de alta tensión similar al generador electrostático de Wilhelm Holtz.

En Internet existen páginas que describen la construcción de este motor electrostático. Las piezas pueden obtenerse fácilmente de diferentes materiales reciclados como botellas de plástico, CDs, bolígrafos, etc.

Para su funcionamiento, este tipo de motores necesitan alimentarse con una fuente de alta tensión, como el generador de Van de Graaf. Estos generadores solo estarán disponibles para alimentar los motores presentados durante el proceso de evaluación y serán manipulados por los miembros del tribunal.

Objetivo:

Construir un motor electrostático de Poggendorff como, por ejemplo, el descrito en las páginas

<http://www.cienciafacil.com/motordisco.html>

<http://www.feiradeciencias.com.br/sala22/motor29.asp>

http://f3wm.free.fr/sciences/es_disk.html

El rotor deberá ser, en cualquier caso, un CD, DVD o disco de plástico o metacrilato de esas mismas dimensiones.

Presentación, selección y evaluación del trabajo:

Los trabajos deben presentarse convenientemente identificados con una etiqueta. Se devolverán al final de la evaluación.

Para seleccionar el mejor prototipo presentado y evaluar el resto que participan en esta actividad, se constituirá un Jurado formado por un profesor del Departamento de Ingeniería Eléctrica, un antiguo alumno de la Escuela de Ingenieros Técnicos, especialidad electricidad y un estudiante del último curso de la Escuela, especialidad electrónica industrial. La selección y evaluación se realizará el día **16 de diciembre, martes**. El jurado hará una primera selección entre aquellos motores que funcionen correctamente cuando se conecten a un generador de alta tensión, y los que no lo hagan o funcionen defectuosamente. Entre aquellos motores que funcionen, para seleccionar el mejor el jurado considerará aspectos como la ejecución de las piezas mecánicas, la mecanización y acabado de los soportes, la creatividad en las soluciones aportadas, la presentación del conjunto, etc.

Material entregado a los estudiantes para al realización del trabajo del segundo parcial

Reciclaje del Motor de Poggendorff ⇒ Construcción de un motor paso a paso de imanes permanentes.

Tiempo máximo que debe utilizar cada uno de los participantes: 10 h

Introducción:

Prácticamente todos los motores de Poggendorff que se presentaron como actividad experimental en el primer cuatrimestre pueden transformarse muy fácilmente en un motor paso a paso de imanes permanentes. Estos motores constan de cuatro pequeños imanes situados en la periferia de un CD. En un lateral o debajo del CD se construye una pequeña bobina que, actuando como electroimán, y al ser alimentada de forma sincronizada con una batería o fuente de alimentación dará lugar a un par motor sobre el CD.

Objetivo:

Construir un motor pulsante de imanes permanentes (partiendo del motor de Poggendorff) como, por ejemplo, los descritos en las páginas

http://www.youtube.com/watch?v=m_lfUmef_Ig&feature=related

<http://www.youtube.com/watch?v=uplviz--6cg&feature=related>

Presentación, selección y evaluación del trabajo:

- Los trabajos deben presentarse convenientemente identificados con una etiqueta y con una explicación en una sola carilla. Se devolverán al final de la evaluación. Cada grupo dispondrá de 10' para la presentación de su trabajo.
- La evaluación de los trabajos la realizarán los profesores de la asignatura de acuerdo a la rúbrica adjunta a este documento.
- La nota obtenida en este trabajo multiplicada por 0,1 se sumará a la del segundo parcial para los estudiantes de los G 71, G 73 y G 41, para el resto de los grupos especificará el profesor su efecto académico.
- La selección y evaluación se realizará el **día 30 de abril, jueves.**

Rúbrica utilizada para evaluar el trabajo del segundo parcial.

El detalle de la evaluación propuesto en el primer parcial resultó insuficiente, ya que se encargó la evaluación a dos estudiantes junto con un profesor. Por ello, para el segundo trabajo se construyó la siguiente rúbrica para la evaluación de los trabajos.

Motor pulsante de imanes permanentes

Grupo de trabajo N°:		Grupo de teoría :		
Nombres:				

CATEGORIA	1	2/3	1/3	0
2 Calidad de la construcción	Es un prototipo sólido y duradero, parece fiable y repetible	Prototipo bien construido pero con alguna parte frágil y que puede dejar de funcionar con facilidad	El prototipo tiene varios defectos de construcción importantes.	Está muy mal montado. Fácilmente dejará de funcionar
2 Estética del diseño final	El diseño es bueno estéticamente y tiene buenos acabados en las partes visibles	Aunque el diseño es bueno hay algún defecto de acabado	Diseño con abundantes defectos de acabado y utilizando materiales poco estéticos	No ha habido preocupación por la apariencia final del prototipo obteniéndose un resultado claramente mejorable.
2 Presentación oral/ Hoja de explicación	Han preparado bien lo que van a decir. Intervienen todos los miembros del grupo. El discurso está bien estructurado y es claro. La hoja de explicación está bien preparada y presentada	La presentación ha sido buena pero con algunos defectos leves. La explicación del prototipo está bien aunque algunas cosas son mejorables.	Han preparado poco la presentación. Han tenido dudas y no han acabado de explicar bien. La explicación no está bien estructurada y puede mejorarse su presentación	La presentación del prototipo ha sido bastante caótica. No la han preparado bien. La explicación escrita es confusa y mal presentada
4 Funcionamiento	Funciona perfectamente a la primera	Ha funcionado tras algunos intentos y de una forma vacilante	No funciona, la impresión es que tiene algún fallo menor	No funciona

Fecha de presentación:

5. Apéndice 2: Evaluación externa del procedimiento

Como parte de las actividades de este propuso realizar una evaluación externa del mismo. Para ello se reunió a un grupo de cinco profesores, dos de ellos de la UPC, Campus de Casteldefels, otros tres de la Universidad de Zaragoza. Los integrantes de la comisión evaluadora fueron:

Jordi Hernández (EPSC-UPC)– Auditor Jefe
Miguel Valero (EPSC-UPC)
Santos Orejudo (U. Zaragoza)
Teresa Fernández (U. Zaragoza)
M. Rosario González (U. Zaragoza)

Al final, su colaboración se concretó en auditar si una de las asignaturas en las que se ha implantado el procedimiento descrito en este Proyecto cumple con los criterios de calidad predefinidos por la UPC, Campus de Casteldefels, en un proyecto de Innovación previo(se muestran en las siguientes páginas).

Los resultados de la auditoria se muestran al final.



Escola Politècnica Superior
de Castelldefels

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA

GESTIÓN DE LA CALIDAD DE UNA ASIGNATURA DE LA EPSC: NIVEL 0 – REQUISITOS

Este documento es el resultado del proyecto “Acreditació de la qualitat en 6 assignatures de l’EPSC” en el que han participado los profesores de l’Escola Politècnica Superior de Castelldefels (Universitat Politècnica de Catalunya)

- **Jordi Hernández Marco** (Departament de Teoria del Senyal i Comunicacions)
- **Javier Bará Temes** (Departament de Teoria del Senyal i Comunicacions)
- **Jaime Oscar Casas Piedrafita** (Departament d’Enginyeria Electrònica)
- **Josep Jordana Barnils** (Departament d’Enginyeria Electrònica)
- **Roque Meseguer Pallares** (Departament d’Arquitectura de Computadors)
- **Miguel Valero García** (Departament d’Arquitectura de Computadors)

y que ha contado con la colaboración de la empresa certificadora Det Norske Veritas, y ha sido subvencionado por el Departament d’Universitats, Recerca i Societat de la Informació de la Generalitat de Catalunya (Ajuts per al finançament de projectes per a la millora de la qualitat docent a les universitats de Catalunya , MQD 2002).

En este documento se especifican los requisitos mínimos (nivel 0 de calidad) que debe cumplir el sistema de gestión de la calidad de una asignatura de l’EPSC y está redactado de forma que sea auditable para permitir, por parte de una empresa certificadora externa, la emisión de certificados de conformidad.

Este documento forma parte de la documentación del sistema de gestión de la calidad de la EPSC certificado con la norma ISO 9001:2000

APROVAT	Full: 27 de 5
	Data: 02/12/2004
	Revisió: 0
Director	



GESTIÓN DE LA CALIDAD DE UNA ASIGNATURA DE LA EPSC: NIVEL 0 - REQUISITOS

1 Objeto y campo de aplicación

1.1 Generalidades

La adopción por parte de algunas asignaturas de un sistema de gestión de la calidad es una decisión estratégica de la Escola Politècnica Superior de Castelldefels, que está en consonancia con la certificación ISO 9001:2000 que posee y con los procesos de acreditación e integración en el Espacio Europeo de Enseñanza Superior que están dando sus primeros pasos.

Los requisitos del sistema de gestión de la calidad especificados en este documento son los mínimos que se considera que debe cumplir una asignatura (de ahí que se denomine nivel 0) y son complementarios a los requisitos que en cuanto a contenidos, metodologías docentes o mecanismos de evaluación determine la escuela o la legislación vigente.

1.2 Aplicación

Todos los requisitos que fija este documento son genéricos y se pretende que sean aplicables a todas las asignaturas de la Escola Politècnica Superior de Castelldefels sin importar su tipología (ordinarias o de laboratorio) así como a cualquier asignatura de otra escuela, universidad o centro de enseñanza.

2. Definiciones

Entregable: cualquier documento elaborado por el estudiante o grupo de estudiantes entregado a los profesores, sea o no calificado (se incluye en esta categoría los controles y exámenes).

Registro: evidencia que demuestra que se cumplen los requisitos establecidos en este documento. Puede estar en papel o en formato electrónico.

Objetivo formativo: define qué es lo que el alumno debe haber aprendido al final de la asignatura.

Programa de actividades: relación de actividades que deben realizar los estudiantes para alcanzar los objetivos formativos.



3. Proceso de enseñanza/aprendizaje

3.1 Objetivos formativos de la asignatura

Los objetivos de la asignatura deben estar formulados en forma de lista de sentencias precedidas por la frase (o equivalente):

“Al final del curso el alumno debe ser capaz de:

En cada una de las frases de la lista:

- El sujeto debe ser el alumno
- El verbo debe corresponder a una acción observable
- Los complementos deben delimitar el ámbito y las condiciones para el desarrollo de la acción

Las frases pueden estar agrupadas por temas, y/o precedidas de otras frases que establezcan objetivos generales del curso, para los que los requisitos de precisión y concreción pueden relajarse.

El equipo de profesores de la asignatura debe tener definido el mecanismo mediante el cual los profesores hacen públicos los objetivos de la asignatura a sus alumnos, al inicio del curso.

3.2 Programa de actividades

Para conseguir que los estudiantes alcancen los objetivos formativos previstos, debe existir un programa de actividades que debe establecer, como mínimo:

a) Las actividades semanales que el estudiante debe realizar y la indicación de si esas actividades implican la generación de algún “entregable”. Con una periodicidad no mayor de dos semanas, al estudiante se le deben proponer actividades que conlleven entregables.

b) Una indicación de cuáles son los objetivos formativos, o temas en el caso de que estos estén así agrupados, sobre los que incide cada una de las actividades del programa

c) El tiempo que, en media y para cada semana del curso, el estudiante debe dedicar a la realización de esas actividades.

d) Para aquellas actividades que impliquen la elaboración por parte del estudiante de un entregable, una especificación de:

- el contenido que debe tener el entregable,
- la fecha y el mecanismo de entrega,

-la forma y el momento en que el estudiante conocerá los errores cometidos



-la forma en que la evaluación del entregable contribuirá a la calificación de la asignatura. Es aceptable que algún entregable no contribuya a la calificación del estudiante.

Debe mantenerse registro (evidencia) del programa de actividades propuesto (con indicación de fecha, objetivo formativo o tema y si implican algún entregable).

4. Medición, análisis y mejora

4.1 Medición y seguimiento

Una asignatura debe tener un sistema de recogida sistemática de datos que debe incluir, como mínimo:

a) Datos sobre el tiempo de dedicación de los alumnos

Debe disponerse de información sobre el número de horas que el estudiante ha dedicado cada semana a la realización de las actividades propuestas. Para ello se le debe preguntar de forma sistemática como mínimo una vez al mes.

Debe mantenerse registro de la información recogida.

b) Datos sobre el trabajo realizado por el estudiante

El equipo de profesores de la asignatura debe llevar un control de los entregables recibidos y mantener registro de las calificaciones cuando aplique.

Debe mantenerse registro de este control.

c) Datos sobre la percepción que tiene el estudiante

Como una de las medidas del desempeño de la docencia en una asignatura, el equipo de profesores de la misma debe realizar el seguimiento de la información relativa a la percepción de los estudiantes con respecto a si la asignatura ha cumplido sus requisitos.

Como mínimo, una asignatura debe recoger información dos veces cada cuatrimestre (a mitad y al final) en una o más de las siguientes maneras:

- a) mediante un cuestionario con preguntas abiertas sobre aspectos positivos y negativos de la asignatura
- b) mediante un cuestionario SEEQ (Student' Evaluations of Educational Quality) o similar.

En el cuestionario de medio cuatrimestre debe preguntarse explícitamente al estudiante si se siente bien informado de su progreso en la asignatura.

En un plazo no superior a dos semanas desde la administración del cuestionario, el equipo de profesores debe proceder al análisis de las respuestas recibidas.

Debe mantenerse registro de los cuestionarios recogidos.



4.2 Análisis de datos y plan de mejora

El equipo de profesores de una asignatura debe determinar, una vez finalizado el cuatrimestre, el nivel de mejora de la asignatura en base al análisis de la siguiente información:

- el tiempo de dedicación de los alumnos prevista y real
- la relación de entregables propuestos y recibidos de los estudiantes
- las calificaciones de los entregables (cuando aplique) y la global de la asignatura
- el resultado de la percepción de los estudiantes
- el cumplimiento de los objetivos de mejora previstos
- las acciones inmediatas no previstas llevadas a cabo durante el cuatrimestre

A partir de las conclusiones extraídas del análisis y antes del inicio de cada cuatrimestre, debe elaborarse un plan de mejora que debe especificar los objetivos de mejora para el siguiente periodo de impartición de la asignatura.

Para las asignaturas de primer curso, dada la gran asimetría en el número y tipología de estudiante entre cuatrimestres, el análisis y el plan de mejora podrá elaborarse con periodicidad anual (al finalizar el cuatrimestre de otoño para las asignaturas del 1A o al finalizar el cuatrimestre de primavera en el caso de las del 1B).

Debe mantenerse registro del análisis, de las conclusiones extraídas y del plan de mejora elaborado.

5. Requisitos de la documentación

La documentación del sistema de gestión de la calidad de una asignatura debe incluir los registros requeridos en este documento y que son los siguientes:

- relación de objetivos formativos
- programa de actividades, con la relación de entregables propuestos
- información recogida sobre el tiempo de dedicación de los estudiantes
- relación de entregables recibidos con su calificación cuando aplique
- cuestionarios recogidos para determinar la percepción de los estudiantes
 - registro del análisis de datos, de las conclusiones extraídas y del plan de mejora elaborado.

Estos registros deben conservarse durante un año como mínimo, salvo aquellos que se retornen al estudiante.

El coordinador de la asignatura es el responsable del control de los registros requeridos.

INFORME DE AUDITORÍA

Procedimiento de Referencia REQUISITOS DE GESTIÓN DE CALIDAD DE ASIGNATURA DE LA EPSC	Fecha de la auditoría 22.05.2009
---	--

Emplazamientos visitados Instalaciones del Departamento de Ingeniería Eléctrica de la Universidad de Zaragoza

Representantes del auditado Jesus Letosa (U. Zaragoza) Antonio Usón (U. Zaragoza)	Audidores Jordi Hernández (EPSC-UPC)– Auditor Jefe Miguel Valero (EPSC-UPC) Santos Orejudo (U. Zaragoza) Teresa Fernández (U. Zaragoza) M. Rosario González (U. Zaragoza)
--	---

Tipo de auditoría inicial

<p>Alcance de la auditoría</p> <p>La auditoría pretendía verificar si la siguiente asignatura:</p> <p><i>Electricidad y Electrometría (I) de la titulación de Ingeniería Industrial, especialidad Electrónica</i></p> <p>satisface los requerimientos de calidad establecidos en el documento:</p> <p><i>Requisitos de gestión de calidad de asignaturas de la EPSC</i></p> <p>La asignatura es anual, con 4 horas semanales de docencia y 170 estudiantes matriculados distribuidos en tres grupos. Sólo se han auditado los dos grupos que han aplicado nuevos métodos docentes. El tercer grupo (no auditado) mantiene el método clásico de enseñanza.</p> <p>Esta auditoría también pretendía poner a prueba el procedimiento de referencia en un contexto diferente al que le dio origen. Los auditores quieren agradecer a los profesores auditados su predisposición a discutir posibles mejoras en el procedimiento de referencia utilizado así como sus aportaciones que se tendrán en cuenta a la hora de elaborar una nueva versión del procedimiento.</p>
--

<p>COMENTARIOS</p> <p>Como resultado de la auditoría realizada se puede concluir que el procedimiento de referencia es exportable y se han detectado las siguientes oportunidades de mejora para el procedimiento de referencia y su aplicación así como para el proceso de auditoría.</p> <p><u>Sobre el procedimiento:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ? Establecer la obligatoriedad de disponer de un documento que, entre otras cosas, incluya la relación completa de objetivos de la asignatura. El procedimiento actual permite que los objetivos estén especificados en diversos documentos, lo que dificulta el proceso de auditoría. ? Establecer un formato para el programa de actividades en el que se diferencie claramente actividades y entregables (muchas veces se confunden ambos términos). ? Eliminar del documento referencias no aplicables a las diferentes asignaturas y universidades (por ejemplo, las referencias a cuatrimestres). ? Revisar el redactado de los requisitos para que el cumplimiento formal de los mismos garantice la consecución del objetivo que los autores del procedimiento perseguían al establecerlos. Como ejemplo se puede citar el punto 4.1, apartado (a) del procedimiento relativo a los datos
--

Auditor jefe Jordi Hernández	Fecha 18 de junio de 2009
--	---

INFORME DE AUDITORÍA

sobre el tiempo de dedicación de los alumnos. La simple recogida de los datos ya cumple con el requisito, aunque el objetivo pretendido es la recogida y análisis continuo de estos datos, para poder aplicar acciones inmediatas en caso de que la realidad no coincida apreciablemente con las previsiones.

- ? Incorporar en el procedimiento la realización de un autoinforme por parte del equipo auditado. En este autoinforme el equipo auditado realizaría una autoevaluación de los criterios de calidad, indicando claramente las evidencias que pueden ser inspeccionadas por el equipo auditor antes de la visita (por ejemplo, porque están accesibles on line) y las evidencias que podrán ser inspeccionadas en el momento de la visita. Naturalmente, el autoinforme debería enviarse al equipo auditor con suficiente antelación a la visita.

Sobre el proceso de auditoría:

- ? Para facilitar el trabajo de los auditores y reducir el tiempo presencial necesario para la auditoría (y, consecuentemente el coste económico de la misma) se considera aconsejable la solicitud previa de documentación a revisar a los auditados, de modo que los documentos se revisen antes por el equipo auditor y los registros de las actividades se revisen in situ.
- ? En la misma línea, y aunque en el procedimiento existe una relación de evidencias (apartado 5. Requisitos de la documentación) es aconsejable disponer de un documento que facilite a los auditores la revisión preliminar de la documentación recibida (se puede tomar como ejemplo el modelo propuesto en el "Anexo I: Protocolo para la revisión Preliminar de la documentación recibida", del documento "PROGRAMA AUDIT: Guía de Evaluación del diseño del Sistema de Garantía Interna de Calidad de la formación universitaria" elaborado por las agencias ANECA, AQU y ACSUC).
- ? Aunque todas las no conformidades detectadas se han basado en evidencias objetivas de incumplimiento de algún requisito del procedimiento, durante la auditoría no se ha sido lo suficientemente riguroso a la hora de anotar los hallazgos concretos que evidencien objetivamente estas no conformidades.
- ? Como conclusión final del análisis del proceso de auditoría, se considera conveniente elaborar un procedimiento de auditoría.

Auditor jefe	Fecha
Jordi Hernández	18 de junio de 2009

INFORME DE AUDITORÍA

Procedimiento de Referencia REQUISITOS DE GESTIÓN DE CALIDAD DE ASIGNATURA DE LA EPSC	Fecha de la auditoría 22.05.2009
---	-------------------------------------

Emplazamientos visitados Instalaciones del Departamento de Ingeniería Eléctrica de la Universidad de Zaragoza
--

Representantes del auditado Jesus Letosa (U. Zaragoza) Antonio Usón (U. Zaragoza)	Auditores Jordi Hernández (EPSC-UPC)– Auditor Jefe Miguel Valero (EPSC-UPC) Santos Orejudo (U. Zaragoza) Teresa Fernández (U. Zaragoza) M. Rosario González (U. Zaragoza)
---	--

Alcance de la auditoría, asignatura de: Electricidad y Electrometría (I) de la titulación de Ingeniería Industrial, especialidad Electrónica

<p>1.0 EXAMEN Y EVALUACIÓN</p> <p>La adecuación al procedimiento de referencia del Sistema de la Calidad Implantado para la gestión de asignaturas, ha sido evaluada mediante entrevistas, observación directa y examen de documentación y registros. Se ha evaluado la adecuación a todos y cada uno de los requisitos establecidos en el procedimiento de referencia.</p> <p>3. Proceso de enseñanza/aprendizaje</p> <p>3.1 Objetivos formativos de la asignatura Existe y es pública una lista de objetivos generales que se desglosan en objetivos específicos asociados a diferentes actividades del curso. La mayoría de los objetivos , aunque no todos, están redactados siguiendo los requisitos establecidos en el procedimiento de referencia.</p> <p>3.2 Programa de actividades Existe y es público para los estudiantes matriculados, un programa de actividades que establece las actividades semanales, agrupadas por temas, que los estudiantes deben realizar regularmente para alcanzar los objetivos formativos definidos para cada tema. Este plan de actividades incluye una estimación del tiempo que deben dedicar los estudiantes. Existe un plan de entregables que los alumnos deben realizar a lo largo del curso. Estos entregables estimulan a los alumnos para realizar un esfuerzo continuado y facilitan al equipo docente el seguimiento y retroalimentación del trabajo realizado. La descripción de los entregables especifica su contenido, forma y momento en que el estudiante conocerá los errores cometidos y la forma en que la evaluación del entregable contribuirá a la calificación de la asignatura. En esta descripción no queda completamente clara la fecha y el mecanismo de entrega.</p> <p>4. Medición, análisis y mejora</p> <p>4.1 Medición y seguimiento</p> <p>a) Datos sobre el tiempo de dedicación de los alumnos La asignatura dispone de un mecanismo sistemático de recogida de información sobre el tiempo que el estudiante ha dedicado cada semana a la realización de las actividades propuestas, aunque no se utiliza esta información para aplicar acciones inmediatas en caso de que la realidad no coincida apreciablemente con la previsión.</p> <p>b) Datos sobre el trabajo realizado por el estudiante La asignatura dispone de dos mecanismos de seguimiento del trabajo realizado por los estudiantes: uno no sistemático y otro sistemático. El seguimiento no sistemático es</p>
--

Auditor jefe	Fecha
Jordi Hernández	18 de junio de 2009

INFORME DE AUDITORÍA

<p>realizado en clase por los profesores y no existe un registro que permita evidenciar un control sobre los entregables elaborado por los estudiantes.</p> <p>El seguimiento sistemático se realiza a través de la "carpeta de curso" que los estudiantes deben elaborar y en la cual deben incluir todos los entregables elaborados. Los profesores revisan con una determinada periodicidad la carpeta de curso de algunos de los estudiantes, no de todos, y, esta revisión les permite tener un control sobre los entregables realizados. Como no se realiza una revisión de la carpeta al finalizar el curso, no existe un control sobre los últimos entregables propuestos.</p> <p>c) Datos sobre la percepción que tiene el estudiante</p> <p>La asignatura dispone de mecanismos que le permiten disponer a lo largo del curso de información relativa a la percepción de los estudiantes y el grupo de profesores analiza de forma regular estos resultados. Estos mecanismos no incluyen la pregunta explícita de si el estudiante se siente bien informado de su progreso en la asignatura.</p> <p>4.2 Análisis de datos y plan de mejora</p> <p>Se han encontrado múltiples evidencias de que el equipo docente realiza frecuentemente un análisis en profundidad del proceso docente. Este análisis, que está abundantemente documentado (por ejemplo el informe que los profesores elaboran para difundir su experiencia), incluye valoraciones sobre el tiempo de dedicación de los estudiantes, la relación de entregables propuestos y recibidos, las calificaciones de los entregables y global de la asignatura (con una comparación con los resultados de los grupos de la asignatura que no utilizan la misma metodología) y el resultado de la percepción de los estudiantes (muy positiva a la vista de las evidencias analizadas). No incluye, sin embargo, una valoración de los objetivos de mejora previstos ni de las acciones inmediatas no previstas llevadas a cabo durante el curso.</p> <p>No existe evidencia de que las conclusiones extraídas del análisis desemboquen en el establecimiento de objetivos de mejora específicos (plan de mejora).</p> <p>5. Requisitos de la documentación.</p> <p>La asignatura dispone de todos los documentos y registros establecidos en el procedimiento (excepto el plan de mejora) y, los relacionados a los objetivos formativos y programa de actividades, están en soporte informático y son accesibles vía web o la intranet.</p> <p>No hay un documento que recoja la totalidad de objetivos formativos de la asignatura (están en diferentes documentos, uno por cada tema de la asignatura) y la no existencia de un formato preestablecido para el programa de actividades dificulta la verificación de que este programa cumple con los requisitos establecidos.</p> <p>Con independencia del informe que los profesores elaboran para difundir su experiencia, se considera conveniente disponer de un informe de uso exclusivo interno con los datos recogidos y su análisis.</p>
<p>Desviaciones detectadas</p>
<p>- 6 No-Conformidades</p>

<p>2.0 CONCLUSION</p> <p>Durante el proceso de auditoría se ha constatado que la experiencia de Innovación docente llevada a cabo en la asignatura está consolidada y la actitud de los profesores implicados garantiza que esta experiencia mejorará continuamente.</p> <p>Aunque inicialmente se pueda ver la implantación de un sistema de calidad como un incremento de la burocracia, el equipo de auditores anima a los profesores a que continúen en la línea de implantarlo ya que la experiencia demuestra que, aunque se tarda cierto tiempo en ver los beneficios, estos compensan los esfuerzos realizados.</p> <p>Para la adecuación a los requisitos de gestión de calidad de asignaturas establecidos en el procedimiento de referencia es necesaria la definición e implantación de un Plan de acciones correctoras que de respuesta a las no conformidades detalladas en el punto 2.1.</p>
--

<p>Auditor jefe</p>	<p>Fecha</p>
<p>Jordi Hernández</p>	<p>18 de junio de 2009</p>

INFORME DE AUDITORÍA

2.1 DESCRIPCIÓN DE LAS NO CONFORMIDADES		
Nº	Descripción de la no conformidad	Requisito
1	Existe una lista de objetivos generales que se desglosan en objetivos específicos asociados a diferentes actividades del curso. Sin embargo, algunos verbos utilizados en la descripción de los objetivos específicos no corresponden a una acción observable (ejemplo: Ha de saber ...). La utilización de verbos asociados a acciones observables permite al equipo docente identificar con precisión los métodos docentes y de evaluación más adecuados y permite a los alumnos ser más eficaces en sus esfuerzos para alcanzar los aprendizajes esperados.	3.1
2	En la descripción de los entregables no queda completamente clara la fecha y mecanismo de entrega.	3.2) d
3	No se dispone de una relación completa de los entregables recibidos con su calificación cuando aplique (falta información de las dos últimas entregas)	4.1) b
4	No se pregunta explícitamente a los estudiantes a mitad de curso si se sienten bien informados de su progreso en la asignatura. Este es un elemento esencial que debe permitir al equipo docente evaluar la eficacia de sus esfuerzos de evaluación continuada de los alumnos.	4.1) c
5	El análisis realizado al finalizar el curso no incluye una valoración de los objetivos de mejora previstos ni de las acciones inmediatas no previstas llevadas a cabo durante el curso.	4.2
6	No existe registro de la existencia de un plan de mejora que especifique los objetivos de mejora para el siguiente periodo de impartición de la asignatura..	4.2

2.2 TRATAMIENTO DE LAS DESVIACIONES
<p>Las no conformidades requieren que se analice la causa raíz, que se defina la acción correctora apropiada (que debe incluirse en el plan de mejora para el próximo curso) y que se implante en la próxima impartición de la asignatura. Dichas acciones correctoras así como las evidencias de implantación deben ser sometidas al equipo auditor para su correspondiente análisis y evaluación. Las acciones correctoras previstas se pueden hacer llegar al auditor jefe conjuntamente con el plan de mejora en un plazo no superior a 7 semanas desde la fecha de emisión del informe. Las evidencias de implantación se han de hacer llegar al auditor jefe una vez finalizado el próximo periodo de impartición de la asignatura.</p>

3.0 COMENTARIOS
<p>Aunque el procedimiento de referencia no lo establece explícitamente, se recomienda:</p> <ul style="list-style-type: none"> ? Elaborar un documento que, entre otras cosas, incluya la relación completa de objetivos de la asignatura (actualmente los objetivos están en diferentes documentos (uno por tema). ? Establecer un formato para el programa de actividades en el que se diferencie claramente actividades y entregables (en el material analizado, muchas veces se confunden ambos términos). ? Analizar en tiempo real los datos sobre el tiempo de dedicación de los alumnos para poder aplicar acciones inmediatas en caso de que la realidad no coincida sensiblemente con las previsiones. ? Llevar un control de los entregables elaborados por todos los estudiantes y no sólo del muestreo realizado al evaluar las carpetas de algunos de los grupos. ? Elaborar un informe de uso exclusivo interno con los datos recogidos y su análisis, con independencia del informe que los profesores elaboran para difundir su experiencia. En particular, se sugiere que este informe interno tenga los apartados siguientes:

Auditor jefe	Fecha
Jordi Hernández	18 de junio de 2009

INFORME DE AUDITORÍA

1. Objetivos de mejora del periodo contemplado en el Informe, con un breve comentario sobre las acciones llevadas a cabo.
2. Datos recopilados durante el periodo, incluyendo: datos de tiempo de dedicación, satisfacción de alumnos y profesores y resultados académicos.
3. Conclusiones que pueden extraerse a la luz de los datos recogidos
4. Nuevos objetivos de mejora para el próximo periodo

Auditor jefe	Fecha
Jordi Hernández	18 de junio de 2009

6. Justificación de gastos asociados a los proyectos de Innovación Docente relacionados con este informe

Aprendizaje activo y cooperativo en un curso de Electricidad y Magnetismo para ingenieros - PIIDUZ_08_5_225

Los gastos asociados al proyecto pueden agruparse los siguientes bloques:

a) **Evaluación externa del procedimiento:**

Gastos de personal para la evaluación600 €

Gastos de viaje relacionados con la actividad.....153,5 €

b) **Asistencia y presentación de ponencia sobre el procedimiento aquí expuesto al 17 Congreso Universitario de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas (17 CUIEET), a celebrar en Valencia en septiembre de 2009.**

Inscripción de profesor D. Sergio Artal Sevil400 €

Gastos derivados de la participación en el Congreso.....311 €

c) Elemento de conmutación de instrumentos para laboratorio virtual353,8 €

d) Herramientas para su uso en Proyectos docentes.....181,56 €

Evaluación externa 753,50 €-

Asistencia Congreso 17 CUIEET 711,14 €-

Sistema de conmutación..... 353,80 €-

Herramientas para prototipos en Proyectos docentes 181,56 €-

TOTAL GASTADO: 2000 €-

La ayuda inicial recibida para las actividades de este proyecto fue de 2000.- euros.

Aprendizaje activo y cooperativo en un curso de Electricidad y Magnetismo para ingenieros - PIIDUZ_08_2_224

Los gastos asociados al proyecto pueden agruparse en un único bloque que incluye:

Compra de pequeño material para la construcción del generador de Wimshurst . 400 €-

Fabricación de piezas por el Servicio de mecánica de precisión de la UZ..... 600 €-

7. Referencias Bibliográficas

[1].- Mur J., Letosa, J., Usón A. "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." Disponible en www.unizar.es/icee04

[2].- 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.

[3].- J. Mur Amada, J.S. Artal Sevil, A. Usón Sardaña, J. Letosa Fleta "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"; Informe final; Ayudas a proyectos-piloto de adaptación de las titulaciones de la Universidad de Zaragoza al Espacio Europeo de Educación Superior 2005-2006. (Orden ECI/924/2005, de 21 de marzo del MEC); Dept. Ingeniería Eléctrica, EUITIZ, Universidad de Zaragoza; julio 2006. Puede descargarse de www.unizar.es/icee04 .

[4].- 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".

[5].- J.L. Bernal "Diseño curricular en la enseñanza universitaria desde la perspectiva de los ECTS" ICE, Instituto Ciencias de la Educación. Universidad de Zaragoza.