

Memoria para optar al V premio de Innovación Docente de la Universidad de Zaragoza

IMPLANTACIÓN DE PROCEDIMIENTOS ACTIVOS Y COOPERATIVOS DE ENSEÑANZA/APRENDIZAJE Y DESARROLLO DE RECURSOS DOCENTES EN CURSOS TÉCNICOS DE ELECTROMAGNETISMO

Integrantes del Equipo Docente:

Jesús Letosa Fleta, T. U. Dr. Ciencias Físicas, Dept. Ingeniería Eléctrica (jletosa@unizar.es)

Antonio Usón Sardaña, T. E. U., Dr. Ingeniero Industrial, Ingeniería Eléctrica (auson@unizar.es).

Antonio Pardina Carrera, T. E.U., Ingeniero en Organización Industrial, Dept. Ingeniería Eléctrica (pardina@unizar.es)

Miguel Samplón Chalmeta, T.E.U., Licenciado en Ciencias Físicas. Dept. Ingeniería Eléctrica (msamplon@unizar.es)

Joaquín Mur Amada, As.T.P., Dr. Ingeniero Industrial, Dept. Ingeniería Eléctrica (joako@unizar.es)

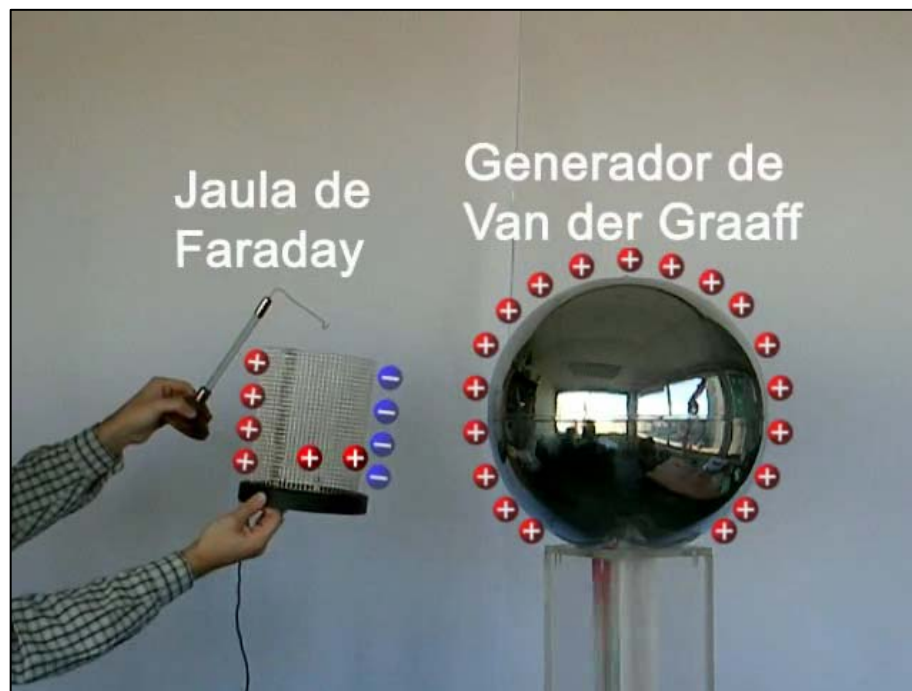
Jesús Sergio Artal Sevil, Colaborador, Ingeniero Técnico Industrial, Dept. de Ingeniería Eléctrica (jsartal@unizar.es)

Dirección postal:

Departamento de Ingeniería Eléctrica

Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Industrial

María de Luna 3. Ed. Torres Quevedo. Campus Rio Ebro. Teléfono de contacto: 976 762 589



Resumen

Presentamos los resultados, hasta el momento actual, del trabajo cooperativo en materia educativa de varios profesores de la Universidad de Zaragoza durante más de una década.

En este tiempo hemos desarrollado abundantes recursos para la docencia del electromagnetismo dirigidos a estudiantes de primeros cursos de ingenierías técnicas. También hemos llevado a cabo numerosos ensayos de innovación docente. Muy someramente, los hitos principales pueden resumirse así:

- *Trece proyectos de innovación docente concedidos por la Universidad de Zaragoza (con una inversión de 24000 €) para desarrollar recursos docentes para la enseñanza del electromagnetismo.*
- *Destacar 2 proyectos de innovación docente de la UZ, en los últimos dos años, en la línea 5 titulada “Evaluación, divulgación y reconocimiento de experiencias innovadoras de especial interés” cuya línea solo concede 10 proyectos anuales.*
- *Ensayo de Evaluación externa del procedimiento docente llevado a cabo.*
- *En la actualidad trabajamos en un proyecto de innovación docente para al evaluación, mediante un profesor de otra universidad, de los resultados de aprendizaje de nuestros estudiantes.*
- *Diez comunicaciones a Congresos nacionales y cuatro a Congresos internacionales*
- *53 experimentos de electromagnetismo para demostraciones en clase, con página web que describe los experimentos y muestra vídeos de los mismos. Este recurso está disponible en la página de prácticas del ADD de la asignatura.*
- *OpenCourse multimedia para la enseñanza del electromagnetismo*
- *Más de 200 preguntas de test disponibles para cargar en el ADD*
- *Página web del grupo centrada en la mejora de la docencia de la materia www.unizar.es/icee04*
- *Actividades para practicar procedimientos activos y cooperativos en clase (120 horas de actividades presenciales preparadas), disponibles de forma síncrona en el ADD de la asignatura.*

IMPLANTACIÓN DE PROCEDIMIENTOS ACTIVOS Y COOPERATIVOS DE ENSEÑANZA/APRENDIZAJE Y DESARROLLO DE RECURSOS DOCENTES EN CURSOS TÉCNICOS DE ELECTROMAGNETISMO

Memoria

Presentación y antecedentes

Somos un grupo de profesores a los que el azar en la asignación de las responsabilidades docentes ha llevado a trabajar juntos en la enseñanza del electromagnetismo durante un espacio de tiempo prolongado. El interés común por mejorar nuestra docencia y una afinidad en la interpretación de la labor docente universitaria nos ha llevado a colaborar para la depuración de nuestros procedimientos didácticos, en el ensayo de muchos experimentos docentes y en el desarrollo de abundantes recursos para la enseñanza. Hemos trabajado de forma intuitiva, aunque ayudados por algunas ideas y contactos obtenidos en cursos de formación del Instituto de Ciencias de la Educación de la Universidad de Zaragoza.

Aquí presentamos los resultados finales del trabajo cooperativo en materia educativa de varios profesores durante más de una década.

Experiencia

La mayoría de los profesores que integran este equipo de innovación docente acredita más de 15 años de experiencia en la enseñanza universitaria. La mayor parte de su encargo docente se ha centrado en la enseñanza del electromagnetismo en los primeros curso de titulaciones de ingeniería. En este periodo hemos impulsado la modernización de los procedimientos docentes utilizados y promovido la adquisición, diseño y construcción por parte de los estudiantes de abundantes recursos para la docencia.

Recursos docentes

Entre los recursos docentes destacar la puesta en funcionamiento y utilización de 53 experimentos en el área de Electricidad y Magnetismo, clasificados según el sistema propuesto por la Physics Instructional Resource Association (PIRA), a la que pertenecen prestigiosas universidades norteamericanas como Harvard o Yale. Véase, por ejemplo, la página web de la Universidad de Yale en <http://econtent-01.its.yale.edu/physics/demos/demomain.asp>. Nuestra página de experimentos puede verse en [XXXXXXXX](#).

Además disponemos de abundante material docente, disponible en el ADD de las asignaturas que impartimos en la actualidad, que incluye entre otros:

- * Apuntes, guías de estudio, programas detallados con bibliografía detallada para cada subapartado, referencias a artículos de interés divulgativos y de investigación, guiones de prácticas, completas, colecciones de problemas - en su mayoría preparados por nuestro equipo - con soluciones y resueltos.
- * Curso multimedia, incluido en *creative common open courses*, desarrollado por Joaquín Mur, miembro de este equipo docente. **(Poner dirección si hay o en preparación y puede verse una versión avanzada en nuestra página)**
- * Actividades preparadas para desarrollar hasta 120 horas presenciales mediante aprendizaje activo y cooperativo, tanto para el estudio de la teoría como para aprender a resolver ejercicios de aplicación. Ver en ADD.

Innovación docente

Nuestro equipo docente ha participado en **13 proyectos de innovación docente de la Universidad de Zaragoza**, relacionados con las asignaturas de Electricidad y Magnetismo que imparte en la actualidad. Ha participado en todas las convocatorias desde 2001 hasta la fecha obteniendo alrededor de **24000 €** para la mejora de los recursos docentes y de los procedimientos de enseñanza-aprendizaje para impartir la materia. Los miembros de este Equipo Docente han presentado **10 comunicaciones a Congresos nacionales y 4 a Congresos internacionales** de temas relacionados con la enseñanza del Electromagnetismo.

Destacar que le han sido concedidos **2 proyectos de innovación docente de la UZ**, en los últimos dos años, en la línea 5 titulada “**Evaluación, divulgación y reconocimiento de experiencias innovadoras de especial interés**” cuya línea solo conceden 10 proyectos anuales.

Destacar también que se ha realizado una **evaluación externa del proyecto** dentro de uno de los proyectos de innovación docente (puede verse en el informe de proyecto de innovación 2008-2009 en la pagina web del equipo docente www.unizar.es/icee04. y que este año se acomete la **evaluación mediante una prueba diseñada por un profesor de otra universidad de los resultados de**

aprendizaje de nuestros estudiantes (el informe sobre este experimento docente está en preparación en la actualidad)

Metodología

Nuestro grupo posee una amplia experiencia en la **realización de clases magistrales utilizando demostraciones experimentales**.

En los últimos cinco años, al amparo de Proyectos de Innovación Docente de esta universidad, este Equipo Docente ha ensayado **nuevos procedimientos activos y cooperativos**, llegando a realizar un curso completo de electromagnetismo sin necesidad de impartir clases magistrales, empleando únicamente actividades de aprendizaje activo y cooperativo.

Resumen del trabajo docente llevado a cabo

Los contenidos y el planteamiento original de la asignatura se basaban en una aproximación fuertemente teórica y matemática, muy próxima a libros de texto clásicos como Reitz-Mildford, Cheng o Zahn. Manteniendo los contenidos considerados fundamentales, el primer cambio fue pasar de una descripción diferencial de los fenómenos electromagnéticos a una más intuitiva inspirada en libros de física general como Resnick-Halliday, Serway o Tipler. Le siguió la incorporación progresiva de problemas de aplicación real (tracción eléctrica, transporte de energía, protección ante descargas atmosféricas, dispositivos electrónicos). Proponer problemas con un trasfondo aplicado y adaptados a un primer curso de electromagnetismo no es fácil, ya que cuanto más se acercan los problemas a situaciones relevantes en la práctica más se incrementa la dificultad. No obstante, con los años hemos logrado disponer de una colección de problemas cercanos a las aplicaciones.

El siguiente cambio en el método docente fue incluir experimentos en las explicaciones teóricas en clase. En esta materia cabe destacar la iniciativa norteamericana de clasificación de los experimentos utilizados en su sistema educativo a través de la Physics Instructional Resources Association (PIRA):

<http://physicslearning.colorado.edu/PiraHome/>

Actualmente disponemos de 53 experimentos que pueden utilizarse durante la exposición teórica en clase o en demostraciones de laboratorio.

Por otra parte nuestra investigación educativa en el campo de la enseñanza de la Física nos ha conducido a la aplicación de las teorías cognitivas modernas para el desarrollo de técnicas concretas de enseñanza en las que el alumno juega un papel más activo que en las clases magistrales convencionales.

Un aspecto estrechamente relacionado con el anterior son los trabajos de asignatura encargados a los estudiantes. Este recurso docente se planteó inicialmente en el curso 1996 – 1997 como apoyo para aquellos estudiantes que procedían de FP, con un alto conocimiento práctico y escasa formación matemática. La mayoría están orientados a la construcción de prototipos de experimentos útiles para la docencia de la asignatura. Nuestra experiencia en este campo nos indica que es posible, manteniendo una línea continuada durante varios años, reunir valiosos recursos didácticos, con un coste mínimo y un gran valor añadido en cuanto a la motivación e interés de los estudiantes involucrados en los proyectos. De los 53 experimentos con los que contamos en la actualidad, 22 de ellos han sido diseñados y contruidos por estudiantes y 11 por personal de nuestro Departamento.

Otra actividad, de importancia creciente, para el apoyo a la docencia es la recopilación y estructuración de imágenes, fotografías, animaciones y otros recursos multimedia. **Durante estos cursos hemos generado y recopilado bastante material interactivo y se ha construido un curso de electromagnetismo que en la actualidad se ha convertido en un Open Course al amparo de un proyecto de nuestra universidad.**

Un recurso muy bien valorado por los estudiantes han sido la impartición, desde el curso 1996 - 1997, de los **Talleres**. Asociados al periodo docente, pero de forma adicional y voluntaria, los talleres consisten en sesiones de trabajo en los que los alumnos disponen de dos horas para resolver problemas de forma tutelada. Durante ese tiempo un profesor está disponible para resolver las dudas que surgen, empleando horas de tutorías que en otro caso suelen ser desaprovechadas por los estudiantes. Consideramos que esta actividad contribuye a equilibrar las diferencias iniciales de los estudiantes y a mejorar el rendimiento del proceso de aprendizaje. Además estos talleres han sido un banco de pruebas para ensayar innovaciones docentes con grupos pequeños.

Las actividades desarrolladas se muestran resumidas en Tabla 1

TABLA I
PRINCIPALES ACTIVIDADES IMPLANTADAS

Problemas reales adaptados al nivel de la materia impartida.
Uso de experiencias en clase como recurso básico para la docencia.
Realización, por parte de los estudiantes, de prototipos para demostraciones prácticas en el aula.
Utilización de presentación multimedia y otros recursos basados en la web para apoyar a la docencia.
Talleres dedicados al desarrollo de habilidades prácticas para la resolución de problemas.
Cuestiones organizativas (objetivos, bibliografía actualizada, notas de estudio, carga docente)

Hasta el curso 2005 - 2006 todos los recursos docentes desarrollados se utilizaban dentro de un **sistema de enseñanza basado** fundamentalmente en **clases expositivas magistrales**. **A partir del mencionado curso** comenzó a ensayarse un **procedimiento de enseñanza activo y cooperativo** en el que se sustituyeron buena parte de las exposiciones magistrales por actividades de clase que realizan los estudiantes individualmente y en grupo.

Como estos ensayos metodológicos se han hecho al amparo de Proyectos de Innovación Docente, **concebidos inicialmente como experimentos educativos de cara a la convergencia europea**, se han puesto en práctica **manteniendo un grupo de referencia que sigue el procedimiento expositivo**. Por ello disponemos de **abundantes datos** sobre las **posibilidades** de este tipo de **procedimientos** para cubrir un determinado temario y los **resultados** que obtienen los estudiantes con **distintos procedimientos de enseñanza/aprendizaje** ante una **prueba de evaluación común**. También han sido fuente de información objetiva sobre el esfuerzo que la implantación de estas metodologías requiere por parte de los profesores.

Para poner en práctica este nuevo procedimiento se ha desarrollado un conjunto nuevo de materiales docentes. Apuntes, programas con objetivos detallados, guías de estudio, entregables, y hojas de actividades para cada una de las clases presenciales. Todo ello está estructurado de forma que puede incorporarse de forma síncrona en el ADD de la asignatura. Pueden verse más detalles de este procedimiento en un apartado posterior.

Material para demostraciones en clase

Los autores **comenzaron a incorporar**, de forma regular y sistemática, experimentos en clase en el **curso 2000-2001**, coincidiendo con la renovación del plan de estudio de una de las especialidades en las que impartían docencia. Aunque la **mayor parte** de los materiales necesarios fueron **adquiridos** con fondos asignados a la renovación del plan de estudios, **otros** han sido **construidos por los propios profesores y por alumnos** en trabajos voluntarios de la asignatura, actividad que se sigue realizando cada curso.

La **reacción de los alumnos**, reflejada en sus respuestas a las encuestas fue desde el principio **muy positiva**. De un total de 132 alumnos encuestados, 119 (90%) consideran como muy útil o útil las experiencias en clase para entender mejor la teoría que se explica. Aunque no independiente de otras innovaciones docentes llevadas a cabo, **esta iniciativa ha servido para mejorar el grado de satisfacción con la asignatura** mostrado por los alumnos. Su respuesta a la pregunta “**Utilización de medios y recursos didácticos**” (incluida en la encuesta de evaluación docente de la Universidad de Zaragoza), obtuvo en el curso 2000-2001 una puntuación de **4,20** sobre 5 siendo superior a la media del centro. En el curso 1995-1996 esa puntuación fue de 3,84.

Material para demostraciones de laboratorio

Con el mismo objetivo que las demostraciones de cátedra, el grupo de profesores **comenzó en el curso 1996-1997 a introducir sesiones voluntarias de laboratorio**, que empleaban recursos del Departamento que no podían trasladarse al aula y que no eran objeto de prácticas de laboratorio. La experiencia inicial y **mejor aceptada** por los estudiantes ha sido la práctica de **Ruptura Dieléctrica**, que empleaba un pequeño **laboratorio de alta tensión construido en el sótano** de la antigua sede de la **E.U.I.T.I.Z.** con la iniciativa del profesor **Fernando Artero Pujol**. Posteriormente se añadió las **experiencias de superconductividad**, con la ayuda de los **profesores del departamento de Ciencia y Tecnología de Materiales y Fluidos**.

Material de estudio desarrollado

En este apartado nos referiremos únicamente al material desarrollado específicamente para el estudio de la materia. **El material más elaborado es el desarrollado para el nuevo procedimiento activo y cooperativo**, el cual procede de las guías de los temas y la colección de problemas, y que fueron progresivamente elaboradas para el procedimiento tradicional en la asignatura de *Electricidad y Electrometría*. Este **material es suficientemente detallado** para utilizarse como **curso de autoaprendizaje** (algunos estudiantes lo utilizan de esta forma) pero también puede utilizarse (y es lo que se hace de forma general) para organizar el trabajo del estudiante tanto dentro como fuera del aula.

Para hacerse una idea clara de la estructura de este material lo mejor es ver un ejemplo **en el Anillo Docente de la universidad de Zaragoza (moodle.unizar.es)**.

La materia está dividida en unidades. Para cada unidad se dispone como material inicial de los apuntes del tema, el programa detallado con definición de objetivos, bibliografía básica y bibliografía adicional,

y la guía de estudio donde se indica someramente al estudiante el tiempo que debe dedicar, dentro y fuera de clase, para el estudio del tema haciendo una descripción rápida de las actividades a realizar.

Para cada sesión presencial hay una actividad previa que el estudiante debe completar. Una vez en clase la discute con otros compañeros y se pone en común o bien se estudia la solución detallada. Se continúa la sesión con otras actividades o con explicaciones por parte del profesor.

Todo este material se va **colocando de forma sincronizada** a las clases en el **ADD** de la asignatura, de forma que **para cada sesión presencial hay un fichero PDF con soluciones de las actividades de la sesión anterior y con el trabajo propuesto para la siguiente.**

Material multimedia desarrollado

Durante estos años se ha ido recopilando e incorporando a la docencia diferente material **multimedia de producción propia** (además de material de terceros de procedencias diversas). Entre los de producción propia podemos citar

- * Soporte fotográfico de diversas demostraciones de laboratorio
- * Grabación de vídeos de experimentos completos
- * Generación de animaciones por ordenador de campos electrostáticos

Parte del material multimedia se encuentra dentro de la página web del grupo docente, www.unizar.es/icee04. Por ejemplo, una parte de la colección de fotografías disponible en el apartado “Galería de fotos y vídeos”. La colección de animaciones de los problemas propuestos en clases se encuentra en la página <http://www.unizar.es/icee04/electricidad/animaciones>, que se accede desde el curso multimedia de Electricidad y Electrometría.

Debido al tamaño de algunos vídeos de las demostraciones de clase, estos se encuentran fundamentalmente compilados en un DVD. No obstante, una selección de las demostraciones realizadas en clase se pueden consultar en <http://www.unizar.es/icee04/electricidad/demos/>.

Realimentación

Una herramienta muy útil en el proceso de cambio han sido las **encuestas** realizadas a los alumnos anualmente. La Universidad de Zaragoza realiza encuestas oficiales para controlar la calidad de la docencia desde el curso 1987 – 1988. Son encuestas sobre la labor del profesor, las condiciones materiales en las que se imparte la docencia, y aspectos relativos a la evaluación. Esas encuestas ofrecían muy poca información sobre la impresión de los estudiantes respecto a una asignatura en particular (contenidos, recursos docentes). Se procedió, **a partir del curso 1997 -1998, a la realización de encuestas centradas en la asignatura**, realizadas en las últimas semanas del curso.

A partir del curso 2005-2006, con la implantación del nuevo procedimiento, se detectó la necesidad de realizar varias encuestas en el desarrollo del curso que permitiesen corregir problemas que surgen durante el proceso de enseñanza-aprendizaje. Por ello, **en los cursos de nuevo procedimiento hacemos tres o cuatro encuestas anuales**. Los resultados detallados pueden verse en los informes de los proyectos de innovación docente en <http://www.unizar.es/icee04/>.

De nuestra reflexión sobre lo hecho hasta ahora y **del resultado de las encuestas, concluimos** que nuestros **puntos fuertes** han sido la **implantación de demostraciones experimentales en clase**, el planteamiento de **problemas basados en aplicaciones tecnológicas reales**, la **implicación** de los **estudiantes** en la **construcción de prototipos docentes**, la realización de los **talleres o seminarios**, y la **implantación de un nuevo procedimiento activo y cooperativo** en algunos grupos de docencia. Con ello hemos conseguido aumentar la motivación, el interés y el entendimiento de la materia.

También hemos trabajado de forma importante en el desarrollo de las **sesiones de prácticas**, introduciendo los **trabajos previos a la práctica**, los **cuadernos de prácticas**, la **evaluación breve al final** de cada práctica y la **prueba final de prácticas**.

La satisfacción de los alumnos puede comprobarse en su respuesta a las encuestas anuales que se realizan a la pregunta “Utilización de medios y recursos didácticos” en la que esta asignatura alcanza una puntuación de 4,2 sobre cinco en el curso 2003-2004.

Proyectos de innovación Docente en los que han participado

Los miembros de este Equipo Docente siempre han demostrado una fuerte vocación docente, un compromiso con la calidad de nuestra docencia y una inclinación hacia la investigación e innovación en esa materia.

Ello nos ha llevado a participar en todas las convocatorias de **Proyectos de Innovación Docente** que ha propuesto nuestra Universidad, **desde 2001 hasta la fecha actual**. Desde entonces hemos participado en **trece proyectos de innovación**, obteniendo en total una cantidad de **€23781.-** para la mejora de los recursos y procedimientos docentes de la asignatura.

Con este apoyo hemos adquirido **equipos de demostración docente**, o bien hemos comprado los materiales para que nuestros estudiantes los construyan. Por ello en la actualidad disponemos de 53 experimentos de demostración en el área de Electricidad y Magnetismo. Con ello creemos haber cubierto de forma digna esta parte ya que **disponemos de un número comparable al de las mejores universidades internacionales**, p.e. Yale

(<http://econtent-01.its.yale.edu/physics/demos/demomain.asp>) que dispone de 54.

También hemos podido **desplazarnos a otras universidades** para poder observar como implantan nuevos procedimientos de enseñanza. Concretamente hemos visitado el **Campus de Casteldefels de la UPC** y la **Universidad de Aalborg**.

Con todo ello hemos elaborado materiales docentes y puesto en práctica un **procedimiento activo y cooperativo, alternativo al procedimiento expositivo tradicional**. Para ello hemos usado como **principios de trabajo**: a) que se cubriesen los **mismos resultados de aprendizaje** con el **procedimiento activo** que con el **tradicional**; b) que en el **procedimiento activo** se planificase tanto el **trabajo del estudiante fuera de clase como dentro** y c) **que se pudiesen comparar, con pruebas objetivas comunes los resultados obtenidos por los distintos procedimientos docentes** ensayados. Todos los resultados detallados de estos ensayos están en los informes de innovación enviados puntualmente al Rectorado al finalizar cada curso.

Dentro de los proyectos de innovación se encuentra la evaluación externa del procedimiento activo propuesto, cuyos resultados pueden verse en el informe del proyecto de innovación docente del curso 2008-2009 en <http://www.unizar.es/icee04/>.

En la **actualidad** desarrollamos un **proyecto de evaluación externa** de nuestros estudiantes, que creemos puede ser de gran utilidad para nuestra universidad en la implantación de los nuevos grados.

Comunicaciones a congresos nacionales e internacionales relacionados con la docencia de la asignatura

En el desarrollo de nuestra labor docente hemos realizado varias comunicaciones a Congresos de innovación docente nacionales e internacionales. Aquí simplemente las reseñamos, de forma que puedan consultarse. No obstante, en caso de tener alguna dificultad para obtener alguno de los documentos, por favor no duden en ponerse en contacto con nosotros. Estas contribuciones pueden consultarse en la página <http://www.unizar.es/icee04/innovadoc/>.

Autores: J. Letosa , A. Usón

Título: Una introducción al calentamiento de dieléctricos mediante campos eléctricos de alta frecuencia

Tipo de participación: Comunicación

Congreso: VIII Congreso de Innovación Educativa en Enseñanzas Técnicas. I International Congress in Quality and in Technical Education Innovation.

Publicación: Actas VIII CIEET'00

Lugar de celebración: San Sebastián Fecha: septiembre 2000

Autores: A. Usón, J. Letosa

Título: Tensiones de paso y de contacto en un curso básico de electromagnetismo

Congreso: VIII Congreso de Innovación Educativa en Enseñanzas Técnicas. I International Congress in Quality and in Technical Education Innovation.

Publicación: Actas VIII CIEET'00

Lugar de celebración: San Sebastián Fecha: septiembre 2000

Autores: A. Usón, J. Letosa, Abad P.

Título: Comprobación experimental en el laboratorio de la tensión de paso

Congreso: 2º Congreso Internacional de Docencia universitaria e innovación, CIDUI'02

Publicación: Actas del CIDUI'02

Lugar de celebración: Tarragona Fecha: julio 2002

Autores: J. S. Artal, J. Letosa, A. Usón, M. Samplón, F. J. Arcega,

Título: Potencial y campo eléctrico. Concepto análisis y simulación en un entorno didáctico

Congreso: X Congreso de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas, CIEET'02

Publicación: Actas CIEET'02 ISBN: 84-9705-207-2

Lugar de celebración: Valencia Fecha: julio 2002

Autores: Lambea P.; Larren A., Artal J.S., Mur J., Usón A., Letosa J.

Título: Una experiencia de innovación docente en la enseñanza del electromagnetismo

Congreso: XI Congreso de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas

Publicación: CD de actas del XI Congreso de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas.

Lugar de celebración: Vilanova i Geltrú Fecha: julio 2003

Autores: Usón A, Artal J.S., Mur J., Letosa J., Samplón M.

Título: Incorporación de experimentos en las clases teóricas de electromagnetismo

Congreso: XI Congreso de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas

Publicación: CD de actas del XI Congreso de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas.

Lugar de celebración: Vilanova i Geltrú Fecha: julio 2003

Autores: Usón J. Mur, J.S. Artal, J. Letosa, A. Usón and M. Samplón.
Título: Finite Elements Software for Electromagnetics Applied To Electrical Engineering Training
Congreso: International Conference on Engineering Education, ICEE-03
Publicación: CD of proceedings of ICEE-03.
Lugar de celebración: Valencia Fecha: julio 2003

Autores: C. Millán; J. Mur; J.S. Artal; A. Usón; J. Letosa
Título: Tres experimentos de levitación para su REALIZACIÓN en clases de electromagnetismo
Congreso XI Congreso de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas
Pendiente de publicación en CD de actas del XII Congreso de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas.
Lugar de celebración: Barcelona Fecha: julio 2004

Autores: J. Letosa, A. Usón, J. Mur, J. S. Artal, M. Samplón.
Título: Teaching Electromagnetism in electrical engineering curriculum: New methods and new trends.
Congreso: International Conference on Engineering Education, ICEE-04.
Publicación: CD of proceedings of ICEE-04.
Lugar de celebración: Gainesville, Florida, USA Fecha: octubre 2004

Autores: J.S. Artal, J. Mur Amada, A. Usón, J. Letosa
Título: Ensayo de una Metodología Activa, para Mejorar la Eficiencia en el Aprendizaje de un curso básico de Electricidad y Magnetismo para estudiantes de Ingeniería Técnica.
Congreso: I Jornadas de Innovación Docente de la Universidad de Zaragoza.
Publicación: CD del Congreso (IJDUZ_06).
Lugar de celebración: Zaragoza, España. Fecha: noviembre 2006

Autores: J. Mur Amada, J.S. Artal, A. Usón, J. Letosa
Título: Experimento de aprendizaje activo y cooperativo en un curso básico de electromagnetismo para ingenieros técnicos
Congreso: 15 Congreso Universitario de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas (CUIEET 2007).
Publicación: CD del 15 Congreso Universitario de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas (CUIEET 2007).
Lugar de celebración: Valladolid, España. Fecha: julio 2007

Autores: J.S. Artal, J. Mur Amada, A. Usón, J. Letosa
Título: Aplicación de una Metodología Activa a la Enseñanza de la Electrónica Industrial
Congreso: II Jornadas de Innovación Docente, Tecnologías de la Información y de la Comunicación e Investigación Educativa en la Universidad de Zaragoza.
Publicación: CD del Congreso (IIJDUZ_08).
Lugar de celebración: Zaragoza, España Fecha: febrero 2008

Autores: J. Mur Amada, J.S. Artal, A. Usón, J. Letosa
Título: Ensayo de una Metodología Activa para la Enseñanza de un Curso Básico de Electricidad y Magnetismo para ingenieros
Congreso: II Jornadas de Innovación Docente, Tecnologías de la Información y de la Comunicación e Investigación Educativa en la Universidad de Zaragoza.
Publicación: CD del Congreso (IIJDUZ_08).
Lugar de celebración: Zaragoza, España Fecha: febrero 2008

Autores: J.S. Artal, J. Mur, J. Letosa y A. Usón.
Título: "Ensayo de Innovación docente en un Curso Básico de Electrónica Industrial".
Congreso: TAAE'08. Congreso Tecnologías Aplicadas a la Enseñanza de la Electrónica.
Publicación: Libro-Resumen Congreso TAAE. ISBN: 978-84-7733-628-0
Lugar celebración: Zaragoza (España). Fecha: Julio 2008.

Autores: J.S. Artal, J. Mur, J. Letosa, M. Samplón, A. Usón

Título: Consolidación de una Metodología Activa para la enseñanza de un curso básico de Electromagnetismo para ingenieros

Congreso: 17 Congreso Universitario de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas.

Publicación: CD del 17 Congreso Universitario de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas (CUIEET 2009).

Lugar de celebración: Valencia, España. Fecha: septiembre 2009

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

Título: Ensayo de una Metodología Activa para la Enseñanza de un Curso Básico de Electricidad y Magnetismo para ingenieros

Congreso: III Jornadas de Innovación Docente, Tecnologías de la Información y de la Comunicación e Investigación Educativa en la Universidad de Zaragoza.

Publicación: CD del Congreso (IIJIDUZ_09).

Lugar de celebración: Zaragoza, España Fecha: septiembre 2009

Autores: J. Letosa, M. Samplón, A. Usón, T. Pollán

Título: Otra Bolonia, ¿Es aún posible?

Congreso: III Jornadas de Innovación Docente, Tecnologías de la Información y de la Comunicación e Investigación Educativa en la Universidad de Zaragoza.

Publicación: CD del Congreso (IIJIDUZ_09).

Lugar de celebración: Zaragoza, España Fecha: septiembre 2009

Experiencia en diversos procedimientos de enseñanza aprendizaje

Todos los profesores pertenecientes a este grupo docente aprendieron los contenidos de sus asignaturas mediante el procedimiento de clases magistrales, que era tradicionalmente empleado en la universidad española. Cuando se incorporaron a su labor docente, lo hicieron empleando, con mayor o menor destreza, dicha metodología. Cuando el profesor es capaz de expresarse correctamente, es organizado en la incorporación de contenidos, es pulcro en la pizarra, emplea adecuadamente recursos audiovisuales y facilita a los estudiantes material complementario que actualiza anualmente, el método tradicional no tiene por qué ser peor que cualquier otro. Ahora bien, cuando algunas de las condiciones anteriores falla, el procedimiento de clases magistrales puede provocar una reacción de los estudiantes que empieza con problemas de conducta en el aula y termina dejando de asistir a clase. Además cuando un profesor enseña Electromagnetismo mediante clases magistrales puede advertir la gran cantidad de conceptos que exige que sus alumnos visualicen: "imaginemos un conductor esférico cargado...", "imaginemos un solenoide de n espiras...". Este esfuerzo de visualización al que se somete a los estudiantes se impone debido a la falta de un ejemplo concreto, real, que puedan observar y que les permita concretar en algo material todo aquello que se les exige imaginar, con el riesgo añadido de visualizaciones incorrectas o impropias.

Los resultados de la labor docente del equipo fueron, y siguen siendo satisfactorias cuando emplean el método tradicional, pero ya en el curso 2005-2006 se empezó a detectar un cierto agotamiento en la mejora del procedimiento, que provocaba efectos negativos en los alumnos, sobre todo en grupos vespertinos. Esta razón, junto con la necesidad de la convergencia con el sistema universitario europeo consecuencia de la declaración de Bolonia, provocó que algunos miembros del grupo se planteasen la necesidad de cambiar de metodología.

Así **en los últimos cinco cursos académicos** (incluido el presente), con el apoyo de los proyectos de innovación docente de la Universidad de Zaragoza, **hemos experimentado un procedimiento de enseñanza-aprendizaje que sustituye totalmente o en parte las exposiciones magistrales del profesor por actividades de aprendizaje cooperativo**. En la puesta en práctica del procedimiento se han tenido en cuenta diversos factores:

- Comparación de resultados con los obtenidos mediante un procedimiento de enseñanza tradicional.
- Calcular el tiempo total de trabajo que necesita invertir el estudiante para superar la asignatura.
- Calcular el tiempo de profesor necesario para la puesta en práctica del procedimiento propuesto.
- Establecer los mecanismos de realimentación con los estudiantes para poder corregir el método durante su desarrollo.

En los grupos de referencia, en los se mantenía una docencia basada en clases magistrales, se han mantenido esencialmente una orientación unidireccional desde el profesor al alumno pero tratando de mantener una dinámica expositiva agradable y que se fuera enriqueciendo con los años. En este sentido además de la habitual resolución de problemas que ilustrasen la teoría, se han realizado en el aula diferentes experimentos de cátedra.

La esencia del método activo/cooperativo

Se han reducido las exposiciones magistrales a un máximo del 25 % del tiempo presencial total (según las necesidades del grupo) dejando el **resto del tiempo de clase para actividades**.

Se dividen los estudiantes en **grupos de trabajo de tres personas**, estables durante cada cuatrimestre, para la realización de las actividades propuestas en clase.

La materia se ha dividido en **7 unidades didácticas**. Para cada unidad **se programa detalladamente las tareas que el estudiante debe hacer dentro y fuera de la clase**. Cada unidad lleva aparejada un **sistema de evaluación** con una **parte individual** (50 %) y para **parte de grupo** (el otro 50 %). Esta programación se entrega a los estudiantes al principio de cada unidad.

Para las **actividades de clase** se utilizan **diferentes técnicas: resolución de cuestionarios de preguntas tipo test o cortas** (individualmente, en grupo o de forma cooperativa con el **procedimiento del Puzzle**); **resolución de problemas paso a paso**; **resolución de problemas de forma cooperativa** mediante el procedimiento del Puzzle. (Una explicación más detallada de estas técnicas puede encontrarse en los informes de los proyectos de innovación docente realizados que pueden descargarse en la página web de nuestro Equipo Docente: <http://www.unizar.es/icee04>).

Para comparar los resultados académicos conseguidos se mantiene **un grupo** de referencia (de los tres de la asignatura) con un procedimiento de **enseñanza tradicional**, basado en clases magistrales, aplicando el **procedimiento activo** a los otros **dos**. **Los tres grupos** se someterán a un **examen común**; éste supondrá el total de la nota para el grupo de referencia y un porcentaje menor para el resto de los grupos.

El sistema de evaluación es como sigue:

Grupo procedimiento tradicional: Nota teórica de la asignatura = Nota examen común

Grupos procedimiento activo: Nota teórica de la asignatura = máximo de nota examen común y $(0,4 * \text{nota examen común} + 0,6 * \text{Nota prácticas})$. Para acceder a la evaluación de las actividades de clase se pide obtener al menos un 4 en el examen común.

Los recursos utilizados

En primer lugar indicar que una implementación como la propuesta aquí no podría haberse llevado a cabo sin los recursos desarrollados progresivamente en los diez años anteriores y sin la colaboración de varios profesores y estudiantes.

En este apartado enumeramos los recursos más importantes de los ha podido disponer el estudiante para el aprendizaje de la materia, de los que puede encontrarse una muestra en la página web <http://www.unizar.es/icee04>, y verse más detalles en los anexos de esta memoria

- Curso de autoaprendizaje
- Programa detallado con guía de estudio y sugerencias bibliográficas
- Adaptación de problemas aplicados al nivel del curso (más de 30 problemas aplicados)
- Colección de ejercicios propuestos
- Colección de 53 demostraciones para realizar en la clase
- Material multimedia para uso en exposiciones de clase
- Cronogramas detallados de las tareas a realizar dentro y fuera del aula
- Colección de test para el autoaprendizaje (están en el ADD, pedir acceso temporal)
- Material para la ejecución de actividades en clase, detallada clase a clase

Los resultados conseguidos

Los resultados obtenidos de la aplicación del procedimiento en el primer cuatrimestre del presente curso académico pueden resumirse así:

Si nos atenemos al número de estudiantes que aprueban el examen común (en el curso 2006-2007) frente a los presentados obtenemos que en el grupo de referencia (método tradicional aprueba un 46 % mientras que en los del nuevo procedimiento un 40 %. Los resultados son esencialmente comparables. Por tanto podría decirse que el nivel objetivo de conocimientos adquiridos por ambos procedimientos es similar, máxime porque la reducción en el porcentaje de aprobados en los estudiantes del nuevo procedimiento podría achacarse a que dado que se juegan un porcentaje menor de nota que los del grupo de referencia su preparación del examen será menor. Si añadimos la nota obtenida a partir de las actividades de clase en los grupos del nuevo procedimiento tenemos que el porcentaje de aprobados se eleva al 73 %. Resta por evaluar las nuevas habilidades adquiridas por los estudiantes sometidos a este nuevo procedimiento.

Otro dato significativo es el porcentaje de presentados frente a inscritos. Mientras que en el grupo de referencia se presentan al examen común un 51 % en los grupos del nuevo procedimiento el porcentaje de presentados se eleva al 78 %.

En cuanto a la asistencia a las últimas clases del cuatrimestre los números absolutos en el grupo de referencia y en los del nuevo procedimiento son comparables.

Pueden verse todos los detalles de estos resultados en los informes de innovación docente de <http://www.unizar.es/icee04>.

Valoración de las opiniones de los estudiantes

Todos los años se realizan entre 3 y 4 encuestas anuales de la asignatura, aparte de la oficial para tener realimentación del funcionamiento del procedimiento de enseñanza. Todos los detalles sobre los resultados pueden consultarse en los informes de innovación docente de www.unizar.es/icee04.

Por **ejemplo, en el primer cuatrimestre del curso 2006-2007** (primer año de implantación en el curso completo) se realizaron dos encuestas en el desarrollo del procedimiento (cuya duración total son 15 semanas). En ellas se preguntaron cuestiones específicas sobre satisfacción, su opinión respecto al propio aprendizaje, al aprovechamiento de las tareas encargadas, el tiempo de estudio dedicado, etc. La **participación estuvo por encima del 75 % de los inscritos.**

El **grado de satisfacción** fue bueno, el **80 %** de los que participaron en la encuesta dijeron que su **satisfacción era normal buena o muy buena.** En la primera encuesta (realizada a las 6 semanas) los no repetidores eran más reacios al nuevo procedimiento pero en la segunda (semana 11) ambos índices de satisfacción tienden a igualarse.

Más del 90 % de los repetidores consideraba en la primera encuesta que este procedimiento es equivalente o mejor que el convencional mientras que entre los **no repetidores** solo opinaba así el **60 %**, los porcentajes se igualan hacia el 80 % en la segunda encuesta.

En la primera encuesta la mayoría de ambos colectivos dice que tiene que hacer un esfuerzo mayor con este procedimiento que con el convencional, en la segunda el porcentaje de los que opina así se reduce al 40 %

En cuanto al **aprovechamiento del tiempo de clase**, en la **primera encuesta el 100% de los repetidores dice aprovechar mejor el tiempo** mientras que solo opina así el **70 % de los no repetidores**, los porcentajes convergen hacia el **90 % en la segunda encuesta.**

Respecto al tiempo de estudio que realmente dedican, en la primera encuesta responden con una distribución centrada en el tiempo nominal, por lo que puede considerarse que **el tiempo medio usado es el planificado**, mientras que en la segunda encuesta los resultados parecen indicar que es necesario más tiempo que el planificado.

Respecto a las actividades programadas en clase se deduce de las respuestas que los repetidores se adaptan mejor, ya que algunos las conocían del año anterior, reduciéndose los inconvenientes en la segunda encuesta respecto a la primera.

De esto se deduce que **los estudiantes requieren un periodo de adaptación al procedimiento.** Aunque durante la implantación hubo bastantes quejas, se deduce que en conjunto la satisfacción es buena y el grado de comprensión también.

Valoración del procedimiento ensayado

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

Puntos fuertes

- El procedimiento seguido ha permitido explicar la misma cantidad de conocimientos que el tradicional, basado en clases magistrales.

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

Puntos débiles

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

Posibilidades de generalización

De los datos recogidos en nuestra experiencia docente con el procedimiento activo se deduce que es posible obtener resultados equivalentes a los obtenidos con el procedimiento convencional. En algunos aspectos se intuyen mejoras pero en otros parece haber un cierto empeoramiento. En consecuencia, si este procedimiento es más acorde con los criterios de convergencia europea puede ser utilizable.

Aunque la calidad de estos procedimientos aumenta al disminuir el número de estudiantes (lo que también ocurre en las clases magistrales), en este experimento se ha visto que es posible manejar grupos de 50 alumnos.

El tiempo de profesor necesario para la implantación del procedimiento aumenta en los primeros años de implantación pero dados los ratios obtenidos, no es de esperar una diferencia excesiva con el procedimiento tradicional.

Podría mejorarse la eficiencia del trabajo de los profesores si se concentrasen las clases magistrales de varios grupos de docencia en una sola sesión, aunque esto complicaría la generación de los horarios de clases. Estas clases son muy exigentes de preparación y requieren desplazamiento de abundante material al aula por lo que deberían tener apoyo de personal auxiliar para montar y desmontar los experimentos en la clase.

Conclusión:

Durante el tiempo dedicado a la docencia en la Universidad de Zaragoza, hemos desarrollado abundantes recursos didácticos y hemos hecho bastantes ensayos metodológicos en la asignatura que nos ha correspondido impartir.

Aunque los ensayos docentes se han centrado en la asignatura, muchas de sus conclusiones son de aplicación general: panificación de un procedimiento activo, a partir de un magistral, cómo convertir materiales de uso en docencia tradicional en actividades para uso en un procedimiento cooperativo, uso de demostraciones como recurso docente en clases magistrales, las condiciones en que puede hacerse una evaluación externa sin afectar el rendimiento de los estudiantes, etc.

De nuestra experiencia hemos deducido que el proceso de la innovación docente es lento y evolutivo, requiriendo una continuidad a largo plazo en los grupos de trabajo para obtener productividad. Los materiales de la asignatura que se muestran en el ADD de ninguna forma pueden conseguirse con el trabajo de un solo profesor, por experimentado que sea, y en un solo año. Requieren el trabajo de un equipo docente formado por varios profesores durante bastantes años.