

Aprendizaje activo y cooperativo para estudiantes de primer curso de ingeniería, ¿mayoría de edad?

Active and Cooperative Learning for freshmen in an Engineering degree. Age of Majority?

Antonio Usón Sardaña¹, Jesús Letosa Fleita², Joaquín Mur Amada¹
Miguel Samplón Chalmeta¹

¹ Dpto. de Ingeniería Eléctrica/Escuela Universitaria de Ingenieros Técnicos Industriales (EUITIZ). Universidad de Zaragoza.

Resumen

En este proyecto tratamos de comprobar la madurez del procedimiento de enseñanza-aprendizaje aplicado durante cinco cursos académicos a la asignatura de primer curso “Electricidad y Magnetismo” en dos especialidades distintas en la Escuela Universitaria de Ingenieros Técnicos Industriales de Zaragoza (EUITIZ).

El procedimiento activo y cooperativo cumple con los requerimientos del nuevo sistema de créditos del Espacio Europeo de Educación Superior (EEES). 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); resolución de problemas paso a paso; resolución de problemas de forma cooperativa mediante el procedimiento del Puzzle.

En todos los cursos académicos se ha mantenido un grupo por especialidad con un procedimiento convencional, que sirviese de referencia.

Se ha empleado Moodle a través del Anillo Digital Docente (ADD) como recurso de apoyo, empleado de forma sincronizada con las actividades de clase. Las clases magistrales quedan reducidas a explicaciones puntuales de las cuestiones consideradas por los estudiantes como más difíciles de entender.

Palabras clave

Metodología activa 1. Aprendizaje cooperativo 2. Comparación metodologías 3. Procedimientos enseñanza-aprendizaje 4.

Abstract

In this project we try to check the maturity of the teaching-learning procedure applied during the past five years in a basic Electromagnetic theory subject for freshmen of Electric and Electronic Engineering degrees. The methodology follows the requirements of the European Higher Education Area (EHEA). It includes active and cooperative learning practises as the jigsaw activity, and novel practices as the lectures under demand. Continuous evaluation has been established, including individual and group tests and exams with a periodicity of less than two weeks.

The experiment compares the student performance on a subject with different learning methodologies. The subject is taught in separate groups. In the reference group, the same approach than previous years is used (lecture-based library instruction) and the other groups undergo the novel learning technique.

The university e-learning platform ADD-Moodle has been used as reinforcement for the classroom activities. Lecture-based activity is reduced to the 10% of the total classroom time assignment.

Keywords

active learning 1. cooperative learning 2. methodologies comparison 3. jigsaw cooperative learning 4.

INTRODUCCIÓN

Las actividades de innovación docente descritas en este trabajo se han 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 del primer curso de ingeniería, con muy ligeras variaciones en sus contenidos.

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 [1], 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 incluían cortos periodos de clase para que el estudiante reflexionase sobre 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, [2-5] nos propusimos realizar en los grupos de prueba un cambio importante en el procedimiento de enseñanza/aprendizaje, manteniéndolo inalterado en un grupo de cada especialidad, que servirá de referencia. [6-8]

APARTADO 2: DESCRIPCIÓN DE LOS GRUPOS

En la especialidad Electrónica Industrial, la asignatura era anual obligatoria con 13,5 créditos dividida en tres grupos de docencia. Uno de los grupos de la mañana (G 72) se mantuvo con el procedimiento magistral con un solo profesor dedicado a ellas. En los otros dos grupos, uno de mañana (G 71) y otro de tarde (G 73) se realizaron las actividades de innovación docente. En la especialidad Electricidad, la asignatura es anual obligatoria con 10,5 créditos. El grupo de la mañana (G 40) se mantuvo con el procedimiento magistral, con un solo profesor dedicado a ellas. El grupo de la tarde (G 41) siguió el nuevo procedimiento.

Para impartir las clases magistrales se utilizaron los mismos contenidos que en los otros grupos, 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.

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 acogían al nuevo procedimiento se les ofreció un “menú” especial de evaluación en el que se tiene en cuenta los resultados de sus actividades en clase.

APARTADO 3: DESCRIPCIÓN DEL PROCEDIMIENTO ENSAYADO

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 nuestro caso se dividió 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.

Las explicaciones de teoría quedan reducidas a breves exposiciones o a clases magistrales de 40 minutos con una prueba corta evaluable al final.

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.

APARTADO 4: METODOLOGÍA UTILIZADA

El método de trabajo en clase se basa esencialmente en resolver activa y cooperativamente 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.

Las actividades se desarrollan con procedimientos en los que está planificada tanto la parte presencial en el aula como la no presencial. Aunque se pretende que la mayor parte del trabajo se realice en grupo, para reducir los problemas de compatibilidad de horarios de los estudiantes se ha reducido el tiempo de trabajo en común a los momentos en que se reúnen en clase, planificando solo actividades individuales para fuera de clase.

Las distintas técnicas utilizadas son [9-10]:

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 del 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 se resuelve mediante la técnica del puzzle. Al terminar esta actividad se corrige en clase, preguntando cuántos han resuelto correctamente cada una de las preguntas; de esta forma el profesor puede incidir en ese momento en las preguntas con alto índice de error.

Clases magistrales bajo pedido o “píldoras” de teoría de 20 minutos: 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. En otras ocasiones se dan explicaciones teóricas de alrededor de 20 minutos seguidos. A lo largo del curso, únicamente el 10 % del tiempo total en el aula (como máximo) se dedica a explicaciones del profesor.

Demostraciones experimentales en clase sobre la teoría: Una actividad muy bien aceptada por los estudiantes consiste en realizar en clase demostraciones experimentales de fenómenos explicados en la teoría. Estas demostraciones pueden volver a verse en vídeos grabados e incluidos en el ADD o en el canal de los profesores –canal edemuz– en YouTube (algunas de ellas).

Aprendizaje activo y cooperativo para estudiantes de primer curso de ingeniería, ¿mayoría de edad?

Sesiones prácticas voluntarias de demostraciones magistrales en el laboratorio: Como complemento a las anteriores, se proponen tres sesiones de demostraciones prácticas que, por su complejidad, no pueden realizarse en clase (fenómenos en alta tensión, superconductividad, etc.)

Actividades especiales voluntarias de construcción de prototipos: Una actividad, también muy bien valorada entre los estudiantes, es la proposición de trabajar en grupo en la construcción de un prototipo sencillo relacionado con la asignatura, como motores y generadores, levitadores, etc. (trabajos de unas 10 horas de dedicación por parte del estudiante).

Actividades voluntarias de introducción a la investigación: Una actividad nueva planteada durante el curso 2009-2010 ha sido la realización de un trabajo de carácter menos “manual” y orientado a la resolución de un problema electromagnético mediante el método de elementos finitos. Se propuso en forma de concurso con premio en metálico (procedente de las asignaciones a los proyectos de innovación docente de la Universidad de Zaragoza) y fue bien aceptado por los estudiantes.

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. Se evalúan al final de cada sesión e individualmente al final del curso en un examen.

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.

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.

APARTADO 5. 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. 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. También 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), se exigió que la nota del examen fuese igual o superior a cuatro (sobre diez) como restricción para promediar las notas obtenidas en las actividades de clase con la del examen común.

APARTADO 6. RESULTADOS Y EVALUACIÓN

Subapartado 6.1. Resultados académicos obtenidos

En cuanto a los resultados académicos obtenidos tras la aplicación de este nuevo procedimiento, hemos hecho las siguientes 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, incluyendo los de la especialidad de Electricidad (G 40 y G 41). Las comparaciones se muestran en la Tabla 1 y en la Tabla 2.

Tabla 1: Comparación de resultados académicos obtenidos 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 07-08 **170**, en el 08-09 **144**, y en el 09-10 **114** de los que 74 se inscribieron al nuevo procedimiento.

	2004-2005	2004-2005	2005-2006	2005-2006	2006-2007	2006-2007	2007-2008	2007-2008	2008-2009	2008-2009	2009-2010	2009-2010
	nº apr	%	nº apr	%	nº apr	%	nº apr	%	nº apr	%	nº apr	%
	nº apr	Apr/m	nº apr	Apr/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	52	45,6
2º Parcial	82	24,8	78	29,1	54	25,6	42	24,7	44	30	45	39,5
Junio	93	28,2	71	26,5	70	33,2	37	21,8	43	30,6	39	34,2
Julio	28	8,5	23	8,6	17	8,1	16	9,4	15	10,4	9	7,9
Septiembre	30	9,1	33	12,3	3	1,4	19	11,2	5	3,5	5	4,4
Total	151	45,8	127	47,4	90	42,7	72	42,4	63	43,7	48	42,1

Los resultados que se muestran en Tabla 2 permiten la comparación de 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.

Aprendizaje activo y cooperativo para estudiantes de primer curso de ingeniería, ¿mayoría de edad?

Tabla 2: Comparación de los resultados académicos obtenidos en el curso 2009-2010 en los distintos grupos de la asignatura para las dos primeras convocatorias. Recordar que G 72 y G 40 son los grupos de referencia (procedimiento tradicional).

	Nº Alum matr	Nº pres_ jun+jul	% present	Apr exa com jun+jul	Apr Conv jun+jul	% Apr EX/pres	% Apr conv /pr	%Apr EX/matr	% Apr Con/ matr
G 72 (ref)	40	16	40	11	11	68,7	68,7	27,5	27,5
G 71	40	27	67,5	13	16	48	59	32,5	40
G 73	34	24	70,6	19	21	79,1	87,5	56	62
G 40 (ref)	52	32	61,2	23	23	72	72	44	44
G 41	38	22	58	16	19	72	86	42	50

Leyenda

%AprEX/pres: Porcentaje de alumnos que aprueban el examen frente a presentados.

%Apr conv/pr: Porcentaje de alumnos que aprueban la convocatoria frente a presentados.

%AprEX/matr: Porcentaje de alumnos que aprueban el examen frente a matriculados.

%AprCon/matr: Porcentaje de alumnos que aprueban las convocatorias frente a matriculados.

Los resultados mostrados en la Tabla 1 parecen indicar una continuidad en el tiempo de los resultados obtenidos en número de aprobados para 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 mostrados en la Tabla 2 muestran un rendimiento similar en ambos procedimientos, algo superior en los estudiantes que siguen las actividades activas-cooperativas. Con el nuevo procedimiento mejora también algo la relación entre el número final de aprobados y el total de alumnos matriculados en esos grupos. Poniendo un tope mínimo de 4 puntos en el examen común se observa que alrededor del 10 % de los estudiantes que aprueban la asignatura en las primeras convocatorias obtienen una calificación en el examen entre el 4 y el 5, es decir, aprueban la asignatura apoyándose en las actividades de clase.

Subapartado 6.2. Valoración de las opiniones de los estudiantes

Durante el curso 2009-2010 se realizaron tres encuestas de asignatura a los estudiantes de los tres grupos experimentales para recabar su opinión sobre las actividades realizadas en clase.

Respecto al grado de satisfacción global con la asignatura un 75 % en el G 71, un 73 % en G 73 y un 50 % en G 41 dicen que su satisfacción es grande o muy grande. En los grupos de referencia es del mismo orden.

Cuando se pregunta a los estudiantes de los grupos del nuevo procedimiento si creen que el método activo es mejor que el convencional, el

90 % del G 71 y G 73 dicen que mejor o mucho mejor, porcentaje que se reduce al 75% en el G 41.

Cuando se les pregunta sobre el tiempo empleado para las actividades propuestas respecto al planificado, solo el 20 % del G 71, el 9% del G 73 y el 28 % del G 41 dicen que han necesitado más o mucho más tiempo de estudio. A continuación se muestra en la Tabla 3 los datos obtenidos del seguimiento del trabajo correspondiente al G 41. Se observa que su dedicación es ligeramente inferior a la inicialmente indicada por el profesor al comienzo de cada unidad.

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

Un 10 % 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 90 % de los encuestados.

A la pregunta de si han sido bien informados sobre su progreso en el aprendizaje, el 90 % responden que si.

Tabla 3: Horas de estudiantes G41 empleadas en la asignatura curso 2009-2010.

Unidad	1	2	3	4	5	6	7
Dedicación propuesta (horas)	13	22	30	20	20	36	36
Dedicación declarada (horas)	10,4	18,1	27,7	17,8	18,5	36,5	29,5

Subpartado 6.3. Auditoría externa del procedimiento

Como parte de las actividades del Proyecto de Innovación Docente del curso 2008-2009, se propuso realizar una evaluación externa del nuevo procedimiento. Para ello se reunió a un grupo de cinco profesores, dos de ellos de la UPC, y tres de la Universidad de Zaragoza. 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. Los resultados completos pueden consultarse en el apéndice 2 de informe innovación docente 2008-2009 que puede descargarse www.unizar.es/icee04

Subpartado 6.4. Evaluador externo de los resultados del aprendizaje

Durante el curso 2009-2010 se realizó dentro de las actividades del proyecto de innovación docente el ensayo consistente en analizar los resultados de una prueba externa (elaborada por un profesor de otra universidad) para evaluar el grado de adquisición de los resultados de

aprendizaje por parte de los estudiantes de la especialidad de electrónica industrial. La prueba se confeccionó únicamente a partir del programa de la asignatura y sus resultados de aprendizaje. Los estudiantes eran de los tres grupos de docencia, por lo que habían seguido procedimientos de enseñanza-aprendizaje diferentes para prepararse para la prueba.

Del análisis de los datos se deduce una diferencia significativa entre los resultados obtenidos en las preguntas de la prueba elaborada por el evaluador externo y los obtenidos en las realizadas por los profesores del equipo docente, en cuanto a la dificultad que encuentran los estudiantes para su realización. La diferencia no se justifica ni por la falta de adecuación de las preguntas a los resultados de aprendizaje buscados, ni por la falta de relación entre las actividades de clase y los resultados de aprendizaje, ni por una posible subjetividad en la corrección. Los resultados completos pueden consultarse en el informe de innovación docente 2009-2010 que puede descargarse de www.unizar.es/icee04.

APARTADO 7. CONCLUSIONES

De los datos mostrados y de la propia experiencia del equipo docente concluimos que el método puede implantarse en asignaturas de primer curso de los nuevos grados. El tiempo de profesor necesario para ello aumenta respecto a procedimientos tradicionales, sobre todo en los primeros dos cursos, aunque posteriormente el procedimiento no es más exigente en lo que respecta a dedicación temporal que el tradicional. El procedimiento encaja mejor en el EEES que el basado en clases magistrales, ya que tiene en cuenta todo el trabajo que debe hacer el estudiante y desarrolla competencias genéricas como el trabajo en equipo, la expresión oral, la presentación de ideas propias, y la cooperación.

Es muy importante transmitir desde el principio a los estudiantes la importancia de la disciplina en el trabajo en equipo y la responsabilidad con el grupo de trabajo. Hemos observado que la carencia de un compromiso con el resto de los compañeros y la falta de disciplina en las actividades de clase provoca un importante rechazo al método por parte de algunos estudiantes. Son muy pocos los grupos que acaban trabajando de forma solidaria y coordinada a lo largo de todo el año. El desorden debido a esa falta de disciplina provoca que en clase muchos estudiantes tengan la sensación de pérdida de tiempo. Hay que tener en cuenta que en asignaturas del primer cuatrimestre de primer curso la constitución de grupos de trabajo óptimos resulta difícil, ya que los estudiantes no se conocen y son muy jóvenes. Este inconveniente debería desaparecer en las asignaturas del segundo cuatrimestre y de cursos posteriores.

Para el correcto desarrollo del método es importante contar con el apoyo del Anillo Digital Docente, u otra plataforma de e-learning, que permita acceso a la información sobre las actividades, y su resolución. También se intuye su valor en el proceso de autoaprendizaje y evaluación del estudiante.

El procedimiento requiere profesores con experiencia en la realización de las distintas actividades y flexibilidad, ya que la sensación de rutina

aparece con este procedimiento igual que con el tradicional. Esta experiencia en la ejecución práctica del método es importante para poder “capear” los numerosos contratiempos que aparecen, fundamentalmente debidos a la indisciplina en el trabajo en equipo y la falta de motivación en la realización de tareas que se les asignan. Preguntas como “¿pero qué obtenemos a cambio si lo hacemos?” pueden llegar a ser frecuentes, sin que sea suficiente la contestación de que así aprenden con más facilidad.

AGRADECIMIENTOS.

A la Adjuntía para la Innovación Docente de la Universidad de Zaragoza por la ayuda concedida para el desarrollo de estos proyectos.

Referencias bibliográficas

- [1]. "Teaching Electricity and Magnetism in electrical engineering curriculum: applied methods and trends", Mur J., Uson A., Letosa J., Samplon M., Artal S. J., International Conference on Engineering Education 2004 (ICEE 04), October 16-21, 2004, Gainesville, Florida.
- [2]. Artal, J.S. Mur, J. Letosa, J. Samplón, M. Usón, A. "Consolidación de una metodología activa para la enseñanza de un curso básico de Electromagnetismo para ingenieros". 17 Congreso Universitario de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas. Universidad Politécnica de Valencia. Septiembre 2009.
- [3]. J. Mur, J.S. Artal, A. Usón y J. Letosa. "Ensayo de una Metodología Activa para la Enseñanza de un Curso Básico de Electricidad y magnetismo para Ingenieros". JIDUZ_08, febrero 2008. Universidad de Zaragoza.
- [4]. J. Mur, J.S. Artal, A. Usón y J. Letosa, "Experimento de Aprendizaje Activo y Cooperativo en un Curso Básico de Electromagnetismo para Ingenieros Técnicos", CUIEET07. Valladolid, julio 2007.
- [5]. J. Mur, J.S. Artal, A. Usón y J. Letosa. "Ensayo de una Metodología Activa, para mejorar la eficiencia en el aprendizaje de un curso básico de Electricidad y Magnetismo para estudiantes de Ingeniería Técnica.", JIDUZ_06. Zaragoza, noviembre 2006.
- [6]. Watson, K. "Utilization of Active and Cooperative Learning in EE Courses: Three Classes and the Results", 1995 Frontiers in Education Conference.
- [7]. Hall, S.R. Waitz, I. Brodeur, D.R. Soderholm D.H. and Nasr, R. "Adoption of Active learning in a Lecture-Based Engineering Class", 32nd ASEE/IEEE Frontiers in Education Conference. November 2002. Boston MA. ISBN-0-7803-74444-4.
- [8]. Prince, M. "Does Active Learning Work? A Review of the Research", Journal of Engineering Education. July 2004.
- [9]. Bará, J. M. Valero-García, M. "Aprendizaje basado en proyectos (Project based Learning) en la formación de Ingenieros". Marzo 2006. ICE, Universidad de Zaragoza.
- [10]. Información sobre metodologías y distribución de tareas aplicadas al aprendizaje de la Física, web <http://physics.pomana.edu/sixideas> "Online Instructor Manual".