

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

Artal J.S.⁽¹⁾, Mur J.⁽²⁾, Letosa J.⁽³⁾, Samplón M.⁽⁴⁾, Usón A.⁽⁵⁾

*Dpto. de Ingeniería Eléctrica. Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Industrial.
Universidad de Zaragoza, Edificio Torres Quevedo, 50018 Zaragoza, España*

*jsartal@unizar.es⁽¹⁾ joako@unizar.es⁽²⁾ jletosa@unizar.es⁽³⁾ msamplon@unizar.es⁽⁴⁾
auson@unizar.es⁽⁵⁾*

Resumen

Proponemos un procedimiento activo y cooperativo para la impartición de asignaturas de primer curso universitario en grupos de tamaño medio (entre 30 y 60 personas). En el caso de estudio hay varios grupos de docencia, por ello ha sido posible comparar los resultados académicos obtenidos al utilizar dos procedimientos distintos de enseñanza-aprendizaje para impartir la misma materia (procedimiento convencional basado en clases magistrales, o el procedimiento de enseñanza/aprendizaje activo y cooperativo aquí propuesto).

Las nuevas metodologías utilizadas son: aprendizaje tipo puzzle; resolución activa, paso a paso, de problemas tipo; resolución en clase de preguntas de teoría tipo test o preguntas cortas; clases magistrales bajo petición de los estudiantes (las explicaciones del profesor quedan reducidas a no más del 10 % del tiempo presencial en clase). Estas técnicas de aprendizaje se combinan con frecuentes pruebas de evaluación de los contenidos y del trabajo desarrollado, realizadas en grupo e individualmente.

Palabras Clave: metodología activa; aprendizaje cooperativo; comparación procedimientos enseñanza-aprendizaje.

Abstract

An innovative active learning method is proposed for a basic Electromagnetic theory subject for freshmen of Electric and Electronic Engineering degrees. The new method suits groups between 30 to 60 students. It includes active and cooperative learning practises as the jigsaw activity, and novel practices as the lectures under demand. Lecture-based activity is reduced to the 10% of the total classroom time assignment. Continuous evaluation has been established, which includes individual and group with a periodicity of less than two weeks. The method is based on the experience gained in the same subject during the second term of course 2005-2006 and the full course 2006-2007, when a similar procedure was accomplished.

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

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

1. Introducción

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

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

Las nuevas metodologías utilizadas son: el aprendizaje tipo puzzle [7]; la resolución activa, paso a paso, de problemas tipo [8]; la resolución en clase de preguntas de teoría tipo test o preguntas cortas. Estas técnicas de aprendizaje se combinan con frecuentes pruebas de evaluación de los contenidos y del trabajo desarrollado, realizadas en grupo e individualmente [9].

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, en la especialidad eléctrica, se modificó durante el curso 2007-2008 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 (ligeramente superior) 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 exponen con el procedimiento magistral. En este experimento se ha conseguido cubrir los mismos contenidos con el nuevo procedimiento, obteniendo nuestros estudiantes resultados comparables con los que han seguido el procedimiento convencional cuando se enfrentan a un examen común de contenidos [9].

Durante el curso 2007-2008, en uno de los grupos se desarrollaron los contenidos de la asignatura sin necesidad de ninguna clase magistral, sin que los resultados objetivos fuesen peores que en el resto de los grupos en el examen de contenidos común. 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 basados en procesos 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. Procedimiento seguido

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 **portafolio** 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.

Se realizan **pruebas sorpresa**, aproximadamente **cada dos semanas** de trabajo durante todo el desarrollo de la materia, que se evalúan de la misma manera que el test de las clases magistrales. **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**. 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).

2.2. Metodologías utilizadas

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.

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 las “**clases bajo petición**” de 40 minutos 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 [7, 8]. 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 directamente en las preguntas con alto índice de error.

Clases magistrales bajo pedido o "pildoras" 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 40 minutos 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 (experimentos de cátedra): 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 bien 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. 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 y a las que se preguntan en el examen común a todos los grupos). 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.

3. Resultados

Dado que aún no hemos terminado el presente curso referiremos aquí a los resultados obtenidos en el curso 2007-2008, puede verse en www.unizar.es/icee04.

3.1. Satisfacción

Hay que indicar, que cuando se pasa de un procedimiento magistral a otro de este estilo, inicialmente la reacción del estudiante es negativa, reduciéndose su satisfacción respecto al procedimiento anterior (supuesto que el estudiante estaba acostumbrado a unas buenas clases magistrales). Esto se debe a varias circunstancias concurrentes. Normalmente el profesor está cambiando de procedimiento docente, comete errores y se encuentra inseguro. El alumno acostumbrado a que el profesor explique en clase también pierde seguridad y no confía en las explicaciones de los compañeros. Sus expectativas en el nuevo procedimiento son mayores que las que se pueden satisfacer.

Si se deja funcionar el procedimiento durante un tiempo, con dedicación por todas las partes, **los problemas se reducen**. Cuándo se repite varias veces el procedimiento se afina **alcanzando grados de satisfacción** por parte de los estudiantes **mayores que** en el **procedimiento convencional**. El proyecto que nos ocupa se aplica en una asignatura anual en la que realizamos tres encuestas, una a mitad del primer cuatrimestre, otra al principio del segundo cuatrimestre y otra al final del mismo. En el curso 2007-2008 (tercero de impartición con este procedimiento) se obtuvieron los siguientes datos de satisfacción:

Encuesta 1: Un 60 % 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 35 % de los estudiantes dicen que su satisfacción es grande o muy grande.)

Encuesta 2: El grado de satisfacción global con la asignatura mejora ligeramente respecto a la encuesta anterior (un 40% dicen que su satisfacción es grande o muy grande.)

Encuesta 3: El grado de satisfacción global con la asignatura en los grupos de nuevo procedimiento mejora claramente respecto a las encuestas anteriores (un 72 % dicen

que su satisfacción es grande o muy grande.) El grado de satisfacción en los grupos de referencia es claramente inferior (en torno al 48 % dicen que su satisfacción es grande o muy grande). En el grupo convencional solo se hizo esta encuesta final.

En todas las encuestas los estudiantes dicen mayoritariamente que este procedimiento les parece mejor que el convencional que siguen en otras asignaturas.

3.2. Dedicación

Estudiantes: Siguiendo las directivas del sistema de convergencia europea de la educación superior, **en primer lugar** se han **calculado** las **créditos ECTS** que corresponderían a las asignaturas que se trabajan en este Proyecto y después **todas las actividades docentes que se han planificado** y se han valorado en cuanto a **carga de trabajo del estudiante**.

El estudiante a menudo dice que debe trabajar mucho con este procedimiento, en la **primera encuesta un 60 % de los estudiantes dicen** que tiene que **emplear más esfuerzo que en otras asignaturas**, porcentaje que **se reduce al 30 %** en la **última encuesta**. Pese a estas opiniones, **los resultados objetivos** obtenidos mediante la recogida de encuestas de dedicación y petición aleatoria a algunos estudiantes demuestran que, en media, el **estudiante no emplea un tiempo superior al planificado** y que coincide con su carga en ECTS.

Profesorado: Hemos calculado, mediante un estudio detallado de los tiempos de dedicación de los profesores que participan en el proyecto que la **carga de trabajo de profesor** necesaria para su implementación, supuesto que se hace con **profesores experimentados** en la materia, está **entre 5 y 7 horas por hora presencial** de clase, puede verse en www.unizar.es/icee04.

3.3. Resultados académicos

Dado que se mantienen grupos con la misma asignatura y procedimientos docentes diferentes es posible comparar los resultados de los grupos de referencia (procedimiento tradicional) con respecto a los pertenecientes a los otros grupos implicados en los procedimientos de cambio. Los resultados obtenidos se muestran en tabla 1.

Tabla 1. Comparación de los resultados académicos obtenidos en el curso 2007-2008 en los distintos grupos de la asignatura. Los grupos de referencia siguen el procedimiento tradicional (uno en cada especialidad).

	Nº Alum. matriculados	Nº Al. presentados 1 Conv+ 2 Conv	% Presentados	Apr. Ex común	% Apr. Ex/matr	Apr. conv 1ª y 2ª conv.	% Apr. 1ª y 2ª conv/matri
G 72 (ref)	54	24	50	12	26	12	22
G 71	58	40	69	18	35	22	36
G 73	58	28	50	20	38	20	34,5
G 40 (ref)	74	41	59,5	23	31	23	31
G 41	102	55	53,9	28	27	37	36

Del análisis de la tabla 1 se deduce que el **porcentaje de presentados** frente a matriculados es **un poco mejor en el nuevo procedimiento**. Además, hay que tener en cuenta que el factor de mantenimiento de los estudiantes en el procedimiento (o sea los estudiantes que acaban en los últimos días de clase frente a los que estaban en los primeros) es en el nuevo procedimiento superior al 80 %, mucho mayor que en el procedimiento convencional, por debajo del 50 %. El número de alumnos inicialmente matriculados en un grupo que luego no se inscribe en el procedimiento ni asisten a las clases convencionales es elevado (entre un 30 % y un 40 %), reduciendo los porcentajes de la tabla 1.

Otra observación interesante es que el **porcentaje de estudiantes que aprueban el examen común, frente a presentados**, es ligeramente **superior** en los grupos del **nuevo procedimiento**, lo que muestra que **es posible** alcanzar una **competencia similar** en un **temario tradicional de conocimientos**, para un grupo medio (entre 30 y 60 personas), con un **procedimiento** que **no** está **basado** en **clases magistrales**. Merece la pena resaltar este aspecto ya que es muy habitual encontrar la opinión de que con un procedimiento activo cooperativo en clase forzosamente el temario habrá que reducirse.

4. Conclusiones del trabajo

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**.

5. Agradecimientos

Este trabajo ha contado con el apoyo de la Universidad de Zaragoza a través de los siguientes Proyectos de Innovación Docente:

Convocatoria de Acciones de Innovación Docente y Renovación Pedagógica. *"Aprendizaje activo y cooperativo en un curso de Electricidad y Magnetismo para ingenieros"*. PIIDUZ_5_225_2008/09. Línea 5 Evaluación, divulgación y reconocimiento de experiencias innovadoras de especial interés. Universidad de Zaragoza.

Convocatoria de Acciones de Innovación Docente y Renovación Pedagógica. *"Consolidación de una metodología activa aplicada a la enseñanza de Electricidad y Magnetismo para ingenieros"*. PIIDUZ_2_224_2008/09. Universidad de Zaragoza.

6. Referencias bibliográficas.

- [1]. J. Mur, J.S. Artal, A. Usón y J. Letosa. "Ensayo de una Metodología Activa para la Enseñanza de un Curso Básico de Electricidad y magnetismo para Ingenieros". JIDUZ_08, febrero 2008. Universidad de Zaragoza.
- [2]. J. Mur, J.S. Artal, A. Usón y J. Letosa, "Experimento de Aprendizaje Activo y Cooperativo en un Curso Básico de Electromagnetismo para Ingenieros Técnicos", CUIEET07. Valladolid, julio 2007.
- [3]. J. Mur, J.S. Artal, A. Usón y J. Letosa. "Ensayo de una Metodología Activa, para Mejorar la Eficiencia en el Aprendizaje de un curso Básico de Electricidad y Magnetismo para estudiantes de Ingeniería Técnica.", JIDUZ_06. Zaragoza, noviembre 2006.
- [4]. Karan Watson, *"Utilization of Active and Cooperative Learning in EE Courses: Three Classes and the Results"*, 1995 Frontiers in Education Conference.
- [5]. Steven R. Hall, Ian Waitz, Doris R. Brodeur, Diane H. Soderholm and R. Nasr, *"Adoption of Active learning in a Lecture-Based Engineering Class"*, 32nd ASEE/IEEE Frontiers in Education Conference. November 2002. Boston MA. ISBN 0-7803-74444-4.
- [6]. Michael Prince, *"Does Active Learning Work?. A Review of the Research"*, Journal of Engineering Education. July 2004.
- [7]. J. Bará, M. Valero-García. *"Aprendizaje basado en proyectos (Project based Learning) en la formación de Ingenieros"*. Marzo 2006. ICE, Universidad de Zaragoza.
- [8]. Información sobre metodologías y distribución de tareas aplicadas al aprendizaje de la Física, web <http://physics.pomana.edu/sixideas> "Online Instructor Manual".
- [9]. Paul H. Kva, *"The Effect of Active Learning Methods on Student Retention in Engineering Statistic"*. The American Statistician, vol. 54, n° 2 (May 2000), pp 136-140.