

## VARIAS EXPERIENCIAS DE APRENDIZAJE ACTIVO/COOPERATIVO EN ENSEÑANZAS TÉCNICAS

MARTÍNEZ MARCOS B<sup>(1)</sup>, GÓNZALEZ GONZÁLEZ M<sup>a</sup> L<sup>(2)</sup>, PORTILLO DE LA FUENTE A M<sup>a</sup><sup>(2)</sup>, ALARCIA ESTÉVEZ M<sup>a</sup> E<sup>(2)</sup>, UÑA MARTÍN A<sup>(2)</sup>, MARTINEZ MARTINEZ M<sup>a</sup> C<sup>(2)</sup>, PEREZ BARREIRO C<sup>(3)</sup>, MARTÍNEZ RODRIGO F<sup>(3)</sup>, ESANDI BAZTAN M<sup>a</sup> A<sup>(4)</sup> y MARTÍNEZ MONÉS A<sup>(5)</sup>

- (1) Dept.Ingeniería Química y Tecnología del Medio Ambiente. Univ. Valladolid*
- (2) Dept.Matemática Aplicada. Univ. Valladolid*
- (3) Dept.Tecnología Electrónica. Univ. Valladolid*
- (4) Área Expresión Gráfica en la Ingeniería. Univ. Valladolid*
- (5) Dep. Informática. Univ. Valladolid*

**Resumen.** The new concept of European Higher Education, that takes the centre of education in the student's work, makes that the traditional learning system, based in magisterial class and an only examination at the end of the subjects, isn't enough to achieve the new objectives. It's necessary reconsider the method, not only to develop the subject, but also the student's evaluation. Several experiences of Active Learning in large classes (75 students or more) were started two years ago at the Polytechnic University School of the University of Valladolid. A group of lecturers from different Departments, who are members of Group of Research on Educative Innovation in the Engineering (GREIDI in Spanish acronym) have united their efforts for a common aim: to enhance the learning efficiency of the students. We have also tried to improve some skills and aptitudes: team works, oral and written expression, learn to learn, etc. Despite of the special characteristics of the different subjects concerned in these experiences, all of us agreed on the use of active instructional methods. Active Learning involves to put the students in situation to read, think, discuss, solve problems and questions, write, ... In other words, Active Learning is something that the students do in addition to attending a lecture. In order to get the students to take part in their training we gave them problems and questions. Then they worked co-operatively in groups out of the classroom to solve them. Once the written homework was corrected, we called two or three students from different teams to share the results with the rest of the classmates. We marked both results and oral expression. It can be seen that the active instructional methods as these used involve continued evaluation. In fact we have used a mixed evaluation method and the continued evaluation implied from fifteen to forty percent of the whole mark. We polled the students to know their opinion about these experiences in the middle of the term and at the end. The intermediate poll allows to detect many problems and, in several cases, to correct it. We can say that most of those polled agrees that Active Learning help them to understand and pass the subjects. We have seen that with Active Learning there are less subject abandonment, more students that take an examination and better academic results.

**Palabras clave:** Aprendizaje cooperativo, Aprendizaje basado en problemas, EEES, Evaluación continua

## 1. Introducción

En el presente trabajo se recogen algunas experiencias de aprendizaje activo desarrolladas por un grupo de profesores de la Escuela Universitaria Politécnica (EUP) de la Universidad de Valladolid (UVA), que imparten docencia en diferentes cursos de las distintas titulaciones existentes en esta escuela: Ingeniería Técnica en Diseño industrial, Ingeniería Técnica Industrial (Electricidad Industrial, Electrónica Industrial, Mecánica y Química Industrial) e Ingeniería Técnica de Telecomunicaciones-Sistemas Electrónicos. Este grupo forma parte del colectivo GREIDI (Grupo de Estudio para la Innovación Docente en Ingeniería), en el que también participan profesores de la Escuela Superior de Informática y la Escuela Superior de Ingenieros de Telecomunicaciones de la UVA.

Dichas experiencias, realizadas durante el primer cuatrimestre del curso académico 2005-06, forman parte de un proyecto más amplio subvencionado por la Consejería de Educación de la Junta de Castilla y León (GREIDI, 2005 ) y son continuación de otras similares llevadas a cabo en cursos anteriores (GREIDI, 2004).

En la Tabla 1. se recogen las asignaturas involucradas en estas experiencias, indicando la titulación y el curso en que se imparten. Las asignaturas han sido numeradas de 1) a 11). Esta numeración se mantendrá en la elaboración de tablas posteriores.

Titulación	1º	2º	
I.T. Diseño Industrial		4) Envase y Embalaje	
I.T.I.- Electricidad		5) Métodos Estadísticos	11) Electrónica de Potencia
I.T.I.- Electrónica	1) Matemáticas 1	6) Métodos Estadísticos	
I.T.I.- Mecánica	2) Fund de Informática		
I.T.I.-Química	3) Fund de Informática	7) Métodos Matemáticos 1 8) Ing. Reacc. Química	
I.T. Telecomunicaciones		9) Electrónica Analógica 10) Matemáticas 3	

**Tabla 1.** Asignaturas involucradas

Como puede observarse, se han visto involucradas once asignaturas, casi la mitad de ellas de Matemáticas, de tres titulaciones diferentes. Todas estas experiencias tienen como objetivo común mejorar el rendimiento académico del alumnado y adaptar su formación a las demandas cambiantes de la empresa y de la sociedad en general. También han supuesto en la práctica una aproximación a los objetivos del proceso de convergencia en el Espacio Europeo de Enseñanza Superior (Conference of European Minister responsible for Higher Education 1999, 2001, 2003, 2005).

## **2. Objetivos**

La aproximación al proceso de convergencia en el Espacio Europeo de Educación Superior conlleva un cambio del modelo educativo. Hasta ahora éste se ha centrado en el profesor y ha estado orientado fundamentalmente a la adquisición de competencias académicas, por lo que el proceso de enseñanza se ha desarrollado mediante la impartición de clases expositivas cuyo único objetivo era la transmisión de conocimientos. En estas clases la actitud del alumno es fundamentalmente pasiva. En cambio, el nuevo modelo está orientado al aprendizaje del estudiante y en él el alumno ha de adquirir no solo competencias académicas, sino también ciertas competencias transversales. Esto conduce necesariamente a la formulación de estos nuevos objetivos.

Para la formulación de estos nuevos objetivos en las Ingenierías Técnicas hay que tener en cuenta los requerimientos de la empresa, los criterios ABET (ABET, 2002; Felder, R. M., 2003) y los elaborados por la agencia H3E (Augusti, G., 1999) para la acreditación.

En nuestras experiencias hemos tenido en cuenta los requerimientos aplicables a las asignaturas involucradas en ellas y hemos intentado desarrollar en los alumnos una serie de valores y habilidades que se señalan a continuación:

- Pensamiento inductivo
- Capacidad de análisis
- Capacidad de síntesis
- Creatividad
- Capacidad de trabajo en equipo
- Responsabilidad
- Espíritu crítico (consigo mismo y con los demás)
- Correcta expresión oral y escrita

La consecución de estos objetivos no se consigue únicamente mediante un cambio en la presentación de los contenidos de los programas y la utilización de las nuevas Tecnologías de la Información y las Telecomunicaciones (TIC) en el proceso de enseñanza, sino también mediante la introducción de metodologías docentes capaces de desarrollar en los alumnos los valores y actitudes que la sociedad demanda de los titulados universitarios (Michavila, F. 2002).

## **3. Metodologías Docentes**

Las metodologías docentes tradicionales, basadas en el protagonismo absoluto de los profesores, además de haberse mostrado ineficaces para atajar el elevado fracaso escolar, son incompatibles con la consecución de los objetivos expuestos en el apartado anterior. Parece, por tanto, evidente la necesidad de sustituir dichas metodologías, orientadas únicamente a la acumulación de conocimientos científico-técnicos y a la puesta en prácticas de éstos, por otras capaces de alcanzar los objetivos señalados.

En la Tabla 2 se muestran las metodologías aplicadas en las distintas asignaturas involucradas en estas experiencias

Asignatura	Aprendizaje Basado en Problemas	Trabajo cooperativo	Otras tareas	Exposición Oral	Evaluación Continuada
1)	x	x	x		x
2)	x	x	x	x	x
3)	x	x	x	x	x
4)		x	x	x	x
5)	x	x	x	x	x
6)	x	x	x	x	x
7)	x	x	x	x	x
8)	x	x		x	x
9)	x	x		x	x
10)	x	x	x	x	x
11)		x	x		

**Tabla 2.** Metodologías docentes utilizadas

Como puede observarse en la tabla anterior, debido a las características de la mayoría de las asignaturas implicadas en estas experiencias, se ha utilizado en casi todos los casos el método de Aprendizaje Basado en Problemas (APB). La utilización del ordenador para la resolución de problemas ha sido también una característica común a todas estas experiencias. Sin embargo, el trabajo de los alumnos no se ha reducido únicamente a la resolución de problemas, tanto en casa como en el aula. Además, en algunos casos han tenido que realizar esquemas de temas o conceptos desarrollados a lo largo de varios temas, preparación de temas o partes de temas y búsqueda bibliográfica.

En todos los casos se ha empleado el método de aprendizaje cooperativo. El tipo de grupos ha dependido, entre otras cosas, de las características del trabajo propuesto y de los objetivos concretos que se pretendía conseguir en cada Momento. (Bará, J., Valero, M., 2004).

Por ejemplo, las diferentes tareas propuestas para realización fuera del aula fueron realizadas por grupos formales que se constituyeron a principio de curso y permanecieron activos a lo largo de todo el cuatrimestre. Este tipo de grupos se formaron también para la resolución de problemas con ordenador en el Laboratorio. Por el contrario, para la realización de pequeños trabajos en el aula, se creaban grupos informales de entre dos y cuatro personas, constituidos siguiendo el criterio de proximidad física.

En una gran parte de los casos se ha optado también por la exposición oral de los trabajos realizados fuera del aula.

Algunas experiencias han presentan características especiales, como por ejemplo la utilización de metodologías de Aprendizaje cooperativo tipo puzzle en el desarrollo de los créditos teóricos o la utilización de Mapas Conceptuales en las sesiones de exposición de los trabajos realizados.

#### 4. Métodos de evaluación

Resulta evidente que el uso de estas metodologías docentes conlleva necesariamente un cambio en los métodos de evaluación, basados hasta ahora en la realización de un examen o, como mucho, dos. Efectivamente, se han empleado métodos de evaluación mixtos que combinan evaluación continuada y exámenes tradicionales. El peso de la evaluación continuada varió de unas a otras asignaturas, suponiendo entre un 11% y un 50% de la nota final.

La forma concreta de calificar las tareas realizadas por el alumnado varió también de unas a otras asignaturas. En algunas asignaturas los alumnos entregaban por escrito las tareas. En otras, la evaluación se llevó a cabo únicamente a través de la exposición oral por uno de los miembros del grupo, elegido al azar. Finalmente, en algunos casos un miembro del grupo exponía públicamente los resultados que, previamente, habían entregado por escrito. En cualquier caso, todos los miembros de un mismo grupo obtenían igual calificación por las distintas tareas realizadas.

En algunas asignaturas se tuvo en cuenta la claridad en la exposición pública de las tareas para la calificación de las mismas. En la Tabla 3 se recoge el peso porcentual de la evaluación continua en la nota final

Asignatura	Evaluación continua Peso, en %
1)	20
2)	30
3)	30
4)	50
5)	18
6)	15
7)	15
8)	25
9)	20
10)	25
11)	-

**Tabla 3.** Peso de la evaluación continua

#### 5. Resultados

En la Tabla 4 se presentan los datos de éxito y rendimiento correspondientes al curso 2005-06. Se comparan con los obtenidos en la primera convocatoria (febrero) del curso anterior. No aparecen los datos éxito y rendimiento del curso 2005-06 de la asignatura Envase y Embalaje por tratarse de una asignatura anual. Como puede observarse las experiencias, a pesar de haberse realizado en solo una o dos asignaturas por curso, han afectado en total a casi mil alumnos.

La elevada relación existente entre los datos de éxito y rendimiento indica una baja participación del alumnado en los exámenes. El porcentaje medio de alumnos presentados a examen en esta primera convocatoria fue del 66%, oscilando entre el 43% y el 79,8%. Además, no se detectan diferencias apreciables entre las asignaturas de 1<sup>os</sup> y 2<sup>os</sup> cursos.

Asimismo puede observarse que, aunque los resultados varían de unas a otras asignaturas, en general se ha producido una notable mejoría, tanto del éxito como del rendimiento, respecto del curso anterior. De todas formas hay que recalcar que los resultados expuestos corresponden únicamente a la primera convocatoria. De lo contrario podrían extraerse conclusiones erróneas sobre el porcentaje de alumnos que superan la asignatura a lo largo del curso académico. De hecho los datos de rendimiento acumulado en las dos convocatorias superan sensiblemente los valores que aparecen en la tabla, situándose en general por encima del 50%.

Asignatura	Curso 2005-06			Curso 2004-05		
	nº alumnos	rendimiento	éxito	nº alumnos	rendimiento	éxito
1)	210	26,7%	38,6%	199	20,5%	37,3%
2)	145	40,7%	57,8%	168	31,0%	41,3%
3)	87	41,4%	52,2%		30,9%	40,5%
4)	57	-	-	65	84,0%	91,7%
5)	109	28,4%	66,0%	112	12,5%	29,2%
6)	113	26,5%	50,8%	97	30,9%	50,0%
7)	86	52,3%	61,6%	63	44,8%	53,8%
8)	81	33,3%	67,5%	73	26,0%	43,2%
9)	99	28,3%	35,9%	146	27,4%	31,7%
10)	131	35,9	56,6%	162	37,0%	59,4%
11)	53	26,4%	36,8%	86	30,2%	66,7%

**Tabla 4.** Éxito y rendimiento en el primer examen de los cursos 2004-05 y 2005-06

## 6. Evaluación de la opinión del alumnado

Con el fin de conocer la opinión del alumnado respecto a las metodologías empleadas se realizaron dos encuestas. Para la primera encuesta, que se pasó a mitad de cuatrimestre, se consensuó una parte común que aparece recogida en el Anexo 1. Esta encuesta permitió detectar algunos problemas y en algunos casos corregirlos. Al final del cuatrimestre se realizó otra encuesta, pero en este caso no seguimos un modelo común para todas las asignaturas. Un ejemplo de encuesta final se encuentra en el Anexo 2.

Como puede observarse, la encuesta intermedia es de tipo semicuantitativo con cuatro posibles respuestas por pregunta. Un alto porcentaje de alumnos han elegido la tercera opción en casi todas las preguntas. Tal vez se podría obtener una información más fiable ampliando el número de opciones.

De las encuestas se pueden extraer un conjunto de conclusiones comunes. Se puede decir que la mayoría de los encuestados están de acuerdo en que los métodos de aprendizaje activo empleados les ayudan a entender y llevar al día las asignaturas.

El trabajo en grupo en general está bien valorado porque se resuelven dudas unos a otros y se ayudan en la comprensión de los ejercicios. Sin embargo señalan como puntos negativos que no todos se implican por igual, que trabajan de forma individual y luego se juntan y en algunos casos tienen incompatibilidad de horarios.

La exposición oral de los ejercicios (en la pizarra en muchos casos) por parte de los alumnos tiene como positivo que es un proceso más interactivo y les obliga a esforzarse más. Como contrapartida la mayoría señala que se comprende peor la exposición de un compañero que la del profesor y en algunas ocasiones se quedan con dudas.

En general los alumnos prefieren que parte de la evaluación sea continua a un único examen final.

## 7. Conclusiones

1. Las técnicas de aprendizaje activo que implican la realización periódica de diferentes tipos de tareas obligan al alumnado al seguimiento casi diario de la asignatura lo que, claramente, incide de manera positiva en los resultados académicos.
2. Al apuntarse a un grupo de trabajo el alumno adquiere un compromiso con sus compañeros que le estimula a realizar las tareas.
3. La asignación de calificación a las tareas ayuda a mantener este compromiso durante todo el cuatrimestre. De todas formas se observa una disminución de la actividad al final del cuatrimestre.
4. La exposición oral de las tareas por un componente del grupo elegido al azar exige un mayor esfuerzo de comprensión de las materias y favorece el aprendizaje.
5. Por el contrario, no se ha conseguido el objetivo de mejorar la capacidad de comunicación en público.
6. El elevado número de asignaturas, alrededor de ocho por cuatrimestre, incide negativamente en la asistencia a clase y esto dificulta la formación de grupos y el seguimiento del alumnado.
7. Aun cuando estas experiencias conducen a resultados positivos, resultan incompletas al aplicarse a un número reducido de asignaturas en cada curso.
8. Estas técnicas requieren una planificación previa de las tareas a proponer para no cargar excesivamente al alumno. De otra forma su aplicación podría redundar negativamente en otras asignaturas, sobre todo en los cursos 2º y 3º en los que los alumnos se matriculan en un número elevado de créditos. La situación es más sencilla en 1º curso en el que el número total de créditos por cuatrimestre es inferior a 35.

## Referencias

ABET Board of Directors (2002) *Criteria for accrediting engineering programs*. Accreditation Board for Engineering and Technology, Inc. Baltimore

Augusti, G. (1999) *European engineering formation: the problem of trans-national recognition* .European Journal of Engineering Education. 24(1) 7-14.

Bará, J., Valero, M. (2004) *Técnicas de aprendizaje cooperativo*. Talleres de Técnica Docente para el Profesorado Universitario. Arte Docente. Universidad de Valladolid. Valladolid.

European Minister responsible for Higher Education (1999) *The European Higher Education Area*. Bolonia

European Minister responsible for Higher Education (2001) *Towards the European Higher Education Area*. Praga

European Minister responsible for Higher Education (2003) *Realising the European Higher Education Area*. Berlín

European Minister responsible for Higher Education (2005) *The European Higher Education Area. Achieving the goals*. Bergen

Felder, R. M., Brent, R. (2003) *Designing and Teaching Courses to Satisfy the ABET Engineering Criteria*. Journal of Engineering Education 92(1) 7-25.

GREIDI (2004) *Creación de un grupo de trabajo en nuevas metodologías docentes en asignaturas de ingeniería en el ámbito de la convergencia europea*. Proyecto UV 31/04. Consejería de Educación. Junta de Castilla y León. Valladolid

GREIDI (2005) *Profundización en la aplicación de experiencias de aprendizaje activo en el ámbito de la ingeniería*. Consejería de Educación. Junta de Castilla y León. Valladolid

Michavila, F., Zamorano, S. Eds. (2002) *Acreditación de las enseñanzas universitarias: un futuro de cambio*. Ed. Comunidad de Madrid. Madrid.



## ANEXO 1. EVALUACIÓN DE EXPERIENCIAS DOCENTES

1.- Mi grado de seguimiento y tiempo dedicado a la asignatura está siendo:

Nada       Poco       Bastante       Mucho

### 1. SOBRE EL DESARROLLO DEL MÉTODO EMPLEADO

(trabajo en grupo, evaluación continua, entregables, corrección en pizarra... cada cual el que haya utilizado)

a) Valora la influencia del método utilizado como medio para llevar al día la asignatura

Nada       Poco       Bastante       Mucho

b) ¿El método utilizado ha facilitado tu implicación activa en el aprendizaje de la asignatura?

Nada       Poco       Bastante       Mucho

c) Con la ayuda del método utilizado ¿has conseguido entender los conceptos y las técnicas básicas de los temas tratados hasta ahora?

Ninguno       Alguno       Bastantes       Todos

d) Valora la aportación del trabajo en grupo a tu aprendizaje

Nada       Poco       Bastante       Mucho

[Supuesto que estamos aplicando trabajo en grupo]

e) ¿Estoy trabajando la resolución de problemas en grupo? SI / NO

f) ¿Cómo desarrolláis el trabajo asignado a cada grupo?

Trabajamos individualmente y no dedicamos tiempo a la puesta en común

Ponemos en común el trabajo individual previamente realizado

Todo el trabajo lo hacemos juntos

g) Número de horas que dedicáis como media a la reunión de grupo (por tarea asignada)

### 2. SOBRE LA ASIGNATURA EN GENERAL

a) ¿Qué te ha parecido lo más positivo de la asignatura hasta ahora?

b) ¿Qué te ha parecido lo más negativo de la asignatura hasta ahora?

c) Grado de satisfacción general con la asignatura hasta el momento (contenidos, profesor/a, metodología, desarrollo de las clases, criterios de evaluación, grupos de trabajo, grupos de prácticas)

0  1  2  3  4  5  6  7  8  9  10

Comenta las razones de esta valoración, aportando comentarios y sugerencias de mejora sobre contenido, metodología, etc.:

d) Mi dedicación a esta asignatura está influyendo negativamente en el seguimiento y trabajo del resto de asignaturas

Muy en DESacuerdo  En DESacuerdo  De acuerdo  Muy de acuerdo

**ANEXO 2.**

**Encuesta Final sobre Técnicas Docentes en la asignatura Matemáticas III.**

**Curso 2.005-2.006**

PROBLEMAS. Trabajo en Grupo para la **preparación** de los problemas propuestos **(SI HAS UTILIZADO ESTA TÉCNICA)**

POSITIVO

NEGATIVO

**SI has asistido a clase con regularidad:** metodología para la resolución de problemas en clase

POSITIVO

NEGATIVO

PRÁCTICAS. Trabajo en Parejas para la realización de las prácticas

POSITIVO

NEGATIVO

PRÁCTICAS. Sistema de evaluación continua

POSITIVO

NEGATIVO