

# APLICACIÓN DEL PLAN PILOTO EN SISTEMAS DIGITALES EN INGENIERÍA INFORMÁTICA SIGUIENDO LAS DIRECTIVAS DEL EEES

A. PORTERO, J. SAIZ, G. TALAVERA, R. ARAGONÉS, M. RULLÁN,  
J. AGUILÓ, E. VALDERRAMA

*Departamento de Microelectrónica y Sistemas Electrónicos.  
Universidad Autónoma de Barcelona. España*

*El marco educativo establecido en la declaración de Bolonia promueve una serie de cambios muy significativos en el ámbito docente. Por ello, nuestro departamento ha puesto en marcha una nueva metodología docente en un reducido número de asignaturas troncales caracterizadas por una alta especialización tecnológica y un gran número de alumnos. En este artículo mostramos el proceso de adaptación realizado para dicha reforma educativa en la asignatura 'Diseño de Sistemas Digitales', junto con las herramientas didácticas utilizadas en la implantación de la nueva metodología.*

## 1. Introducción

La declaración de Bolonia sobre Educación Superior llevada a cabo por los ministros europeos en 1999 [1], ha abierto un nuevo periodo de grandes cambios en la metodología educativa universitaria en todos los países europeos. Este cambio, a nivel autonómico catalán está liderado por el DURSI (*Departament d'Universitats, Recerca i Societat de la Informació*) y ha implicado a todo un conjunto de titulaciones a iniciar esta transformación. Concretamente la Universidad Autónoma y a nivel de las Ingenierías, la titulación de Grado en Tecnologías (Informática) se ha involucrado en este proceso (prueba piloto con otras titulaciones). Nuestro trabajo está centrado en los estudios de Ingeniería Informática de la Universidad Autónoma de Barcelona

Este artículo pretende presentar el trabajo realizado en la asignatura de Diseño de Sistemas Digitales (DSD) de la Universidad Autónoma de Barcelona, donde se han implementando diferentes mejoras docentes que nos permitan evaluar los conocimientos y las habilidades de los estudiantes siguiendo las premisas del grupo IDES (*Unidad de Innovación Docente en Educación Superior de la Universidad Autónoma de Barcelona*), según la filosofía del EEES. Para ello hemos modificando en gran medida la asignatura inicial añadiendo nuevos contenidos tanto prácticos como teóricos y planteando unos seminarios de problemas, lo cual nos permite aplicar las metodologías adecuadas. La metodología docente que hemos planteado está basada en una introducción progresiva al aprendizaje cooperativo [2], junto con un intensivo uso del “*e-learning*” así como del PBL (“*Problem Based Learning*”) [3].

En este artículo se describe también los cambios que los estudiantes de ingenierías tienen que afrontar en sus hábitos de aprendizaje y trabajo así como las nuevas metodologías de educación que el profesional de la educación tiene que utilizar para motivar y promover una mayor participación del alumno en su proceso de aprendizaje.

## **2. Descripción del entorno global**

Si hacemos un estudio del actual sistema educativo, observamos que se caracteriza por proporcionar a las personas unos conocimientos con una estructura fundamentalmente teórica, mientras que el sistema productivo de la industria requiere cada vez más del desarrollo de capacidades y habilidades prácticas. En nuestro mundo, el educativo, debemos promover las competencias de los dos sistemas y hacerlas convergir dando lugar al desarrollo de una revolución (cambio en profundidad) de los sistemas tradicionales de educación.

Es aquí, por tanto, donde el enfoque hacia las nuevas competencias profesionales auguran un nuevo paradigma en la relación ente los sistemas educativos y productivos. La sociedad de la información y del conocimiento está impulsando la generación de toda una serie de nuevos puestos de trabajo con metodologías y contenidos diferentes a las de los lugares de trabajo actual. Para ello el sistema-financiero-económico debería cambiar también en profundidad y por tanto, nuestro sistema productivo. Ahora bien, los trabajadores incorporan un mayor nivel de conocimiento científico tecnológico en la concepción, diseño, creación y elaboración de nuevos productos y servicios, generando en nuestro mercado competitivo un abanico de posibilidades donde la base principal es el conocimiento.

También hay que tener en cuenta el nuevo concepto de sistema de calidad. Éste se ha convertido en un elemento fundamental a la hora de conseguir nuevas ventajas competitivas por parte de la industria actual, siendo las personas y los procedimientos los elementos base del sistema. Así pues, las nuevas tecnologías demandan nuevas competencias profesionales y personales, y competencias sociales, capacidad de trabajo en equipo, razonamiento, planificación, estrategia. De esta forma, la sociedad moderna actual demanda técnicos con muchas habilidades funcionales, con una alta capacidad de aprendizaje, con necesidad de autocrítica y preparados para un cambio constante durante la vida laboral.

Por otra lado, las competencias profesionales requieren de un conjunto de conocimientos, procedimientos y actitudes entrelazadas entre ellas, teniendo en cuenta que además de los conocimientos técnicos, las personas han de “saber estar”, “poseer un conocimiento global”, y “saber aplicar sus conocimientos” para poder ser más eficientes delante de las nuevas situaciones profesionales. Es una nueva filosofía de hacer, donde hay que tener en cuenta que las aptitudes y las actitudes van mucho más lejos de los simples aspectos técnicos que se complementan con los aspectos metodológicos.

En un mundo completamente cambiante y dinámico es necesario la adquisición y ampliación de competencias durante toda la vida profesional del individuo. Para ello, el mundo educativo debe ofrecer mecanismos que permitan al alumno adquirir el hábito del aprendizaje continuado.

## **3. Objetivos y habilidades centrales de la asignatura**

Para afrontar DSD, entre las capacidades previas de los alumnos, aunque no hay prerequisites formalmente establecidos, es indispensable un buen conocimiento de las bases del diseño de circuitos digitales. Algunos de estos conocimientos previos son impartidos en la enseñanza secundaria, donde se estudian los sistemas de numeración y, particularmente, la base 2. No obstante, el núcleo de conocimientos previos necesarios se proporciona en la asignatura de Fundamentos de Computadores (FC) que se imparte en el segundo semestre del

primer año de carrera y en la cual también se está implantando esta nueva metodología docente. Entre los conocimientos básicos de Electrónica que se adquieren en FC y que son de suma utilidad para DSD cabe destacar:

- la diferenciación entre la electrónica analógica y electrónica digital
- los sistemas de codificación de la información
- las diferentes clases de puertas lógicas y los elementos básicos de memoria que hay en el mercado
- las metodologías y herramientas propias del diseño de circuitos digitales combinacionales y secuenciales
- la estructura interna de un computador: lenguaje de programación a nivel de código máquina, direccionamiento en memoria, interrupciones, DMA, unidad aritmético-lógica, etc.

El objetivo global que se persigue, en el marco de esta prueba piloto de nuestra titulación, es la adquisición por parte del alumno de ciertos conocimientos de electrónica, así como de unas habilidades y competencias. A continuación exponemos los conocimientos y habilidades cuya adquisición consideramos prioritario.

Los estudiantes han de comprender las diversas metodologías que hacen posible el diseño de grandes sistemas digitales, y cómo éstas se pueden utilizar para el diseño de un ordenador simplificado. Un aspecto de gran relevancia es el análisis, desde un punto de vista teórico-práctico, de las máquinas algorítmicas haciendo diseños de sistemas digitales de complejidad media/alta y evaluando los costes asociados así como las alternativas de diseño existentes. Otro aspecto muy importante lo constituye la adquisición de experiencia con herramientas tanto de hardware como de software. Ese conocimiento adquirido, han de aplicarlo de forma práctica en el laboratorio trabajando con FPGAs. Dentro de la asignatura se dedica un tiempo a mostrar el diseño de la Unidad de Proceso (UP) y la Unidad de Control (UC) de un procesador muy simple adaptadas a un producto comercial. También se promueve la creatividad aplicada al diseño de hardware para conseguir vías más eficientes del diseño de sistemas digitales. En suma, se pretende promover en los estudiantes la visión de un ordenador como un sistema digital complejo, cuyo diseño puede iniciarse a partir de la utilización de estas herramientas de desarrollo de hardware.

Por su parte, entre las habilidades que se quieren promover en la asignatura de DSD se puede reseñar:

- el análisis de diversas alternativas del diseño de un sistema digital en función de parámetros técnicos (prestaciones) y económicos (costes).
- el diseño de sistemas digitales a partir de algoritmos, mediante el uso de circuitos integrados programables (PLDs, PLA y FPGAs).
- la capacidad de diseño, simulación e implementación de circuitos digitales basados en esquemas de cálculo; escogiendo adecuadamente los recursos de cálculo y de memoria según sea su tipo implementación (secuencial o combinacional)
- la posibilidad de desarrollar diferentes tipos de unidades de proceso basadas en un bus de datos y direcciones o varios buses (2 o 3) y realizar diferentes tipos de secuenciador (básicos, con interrupciones, con subrutina etc.) hasta poder llegar al diseño interno de una CPU genérica.

#### **4. Las competencias dentro del grado de Informática**

Los estudios de grado en Informática tienen un enfoque totalmente generalista, ya que pretenden cubrir diferentes perfiles tecnológicos como son el desarrollo del software, el desarrollo de los sistemas digitales, y la gestión y explotación de tecnologías de la información. Estas competencias se relacionan con otras que debe cultivar el alumno a lo largo de la carrera y que le serán muy útiles durante su vida profesional. Entre otras competencias, el alumno ha de saber trabajar con los clientes para establecer los requerimientos del sistema global y de servicios, equipos y redes, diseñando la arquitectura óptima para atender estos requisitos. También ha de estar preparado para los cambios tecnológicos para responder en todo momento los requerimientos profesionales y comerciales. Ha de estar capacitado para analizar, diseñar y realizar la implementación de sistemas informáticos basados en computadores, haciendo servir las técnicas y métodos que garantizan su eficacia y eficiencia. Ha de ser competente en el desarrollo del software que posibilita una gestión eficaz de los recursos hardware del sistema informático. Además, y esto es muy importante, ha de poder integrar, mantener, configurar, verificar, especificar, modelar, implantar y evaluar el rendimiento de equipos informáticos así como el de sus componentes.

Con respecto al perfil de gestión y explotación de Tecnologías de la Información, un alumno de grado informático ha de ser capaz, entre otros requerimientos, de aportar soluciones a las necesidades de sistemas informáticos de los clientes con los productos hardware y software necesarios, evaluando todas las propuestas de los proveedores, ponderando adecuadamente el factor coste/tiempo. También ha de poder participar en la planificación del negocio de las TIC, en el análisis de las necesidades de los sistemas, en la evaluación de los riesgos comerciales (sector de cambio continuo) y conocer las tendencias tecnológicas del sector. Finalmente debe estar capacitado para implantar, diseñar y analizar los equipos basados en el uso de información remota, haciendo servir las técnicas y los métodos que garantizan la protección de los datos personales y la seguridad general del sistema.

#### **5. La asignatura de Diseño de Sistemas Digitales**

Para motivar, promover, incentivar estas competencias haremos a continuación un breve análisis del estado del arte de nuestra asignatura para plantear nuevos retos que tanto los alumnos como los profesores deben encarar así como, las necesidades que el alumno va a tener para alcanzar los objetivos que el EEES persigue. Para llevar a cabo esta metodología ha sido necesaria la colaboración de 5 profesores. Como introducción hay que mencionar que la asignatura de DSD, perteneciente al tercer cuatrimestre para la obtención de Grado en Tecnologías (Informática); es obligatoria y ha pasado de 6 créditos antiguos a 6,5 créditos ECTS. La asignatura históricamente ha tenido un índice bajo de aprobados. En el curso actual se han matriculado un total de 177 alumnos.

Tomando como punto de partida la citada asignatura podemos decir que el perfil básico del estudiante que recibimos está caracterizado por un alto grado de individualismo así como un acentuado interés hacia el núcleo de las asignaturas en detrimento de un conocimiento más transversal, que es considerado como totalmente secundario. Otra tendencia reseñable es la de compatibilizar los estudios con trabajo a tiempo parcial, lo cual dificulta significativamente su presencia habitual en las clases. En años anteriores la preocupación tanto del profesor como del estudiante era conseguir aprobar el examen final y para ello se realizaban gran cantidad de clases teóricas (donde algunas se dedicaban a la resolución de problemas) y unas sesiones de

laboratorio. El seguimiento que se daba al alumno era relativamente escaso en comparación con el que se le da con la metodología actual. En definitiva se dejaba que el alumno de forma autosuficiente fuera digiriendo los contenidos del curso sin que el profesor y el alumno tuvieran muchas evidencias de los progresos de éste. A veces se hacía un examen parcial a mitad de curso para ver estos progresos y su valor relativo en la nota final no era muy grande. Tampoco se intentaba que el alumno adquiriera competencias que no tienen que ver directamente con la asignatura pero sí con capacidades que en el futuro les deben ser muy útiles. Respecto a la distribución horaria de la asignatura de DSD, sus contenidos se han estructurado en teoría, seminarios de problemas, seminarios de laboratorio y prácticas de laboratorio. Existen grupos tanto de mañana como de tarde. Con esto hemos conseguido: (a) que el alumno que trabaja tenga diferentes opciones horarias, (b) que esta distribución grupal permita reducir mucho el número de alumnos por aula con un ratio de 25.

Por otra parte, se utilizan varias herramientas vinculadas al ámbito del e-learning. Una de ellas es el campus virtual [6], un lugar cibernético donde el estudiante puede interactuar con otros estudiantes o con los profesores de la materia, posibilitando una agilidad continua y una comunicación no concurrente. Otro elemento remarcable es el uso de paquetes de software que permiten la construcción progresiva de un portafolio (p.e: *wiki*). Todos estos elementos favorecen que los estudiantes vean de forma continua su progresión en la adquisición de conocimiento. Además, estos elementos contribuyen a un constante y progresivo trabajo a lo largo de todo el periodo lectivo, en contraposición a los malos hábitos de trabajo consistentes en trabajar sólo antes del examen.

En la estructura de nuestro estudio se han planteado diferentes pruebas (exámenes parciales de problemas, encuestas, portafolio, entrega de problemas, control de seguimiento de las sesiones de prácticas) para poder obtener evidencias del nivel de aprendizaje conseguido. A través de las pruebas mencionadas anteriormente, realizamos un estudio comparativo del rendimiento entre el año anterior y el actual, así como, la percepción que los estudiantes han tenido sobre estas nuevas metodologías. Hemos de considerar desde un principio que el proceso de aprendizaje es el trabajo personal del alumno. Éste aprende trabajando constantemente siendo nuestra misión orientarlo y ayudarlo en esta tarea suministrándole información y mostrándole las fuentes donde se puede conseguir. También hemos de dirigir, en la medida que sea posible, sus objetivos para garantizar la eficiencia del proceso de aprendizaje. La vía para conseguir los objetivos del curso está basada en las siguientes actividades.

### 5.1. Clases Magistrales

Los conocimientos propios y elementales de la asignatura se exponen en forma de clase magistral en sesiones de dos horas semanales. En estas sesiones se muestra al alumno los conceptos básicos expuestos en el temario de la asignatura y claras indicaciones de cómo completar y profundizar estos contenidos. Las clases magistrales, que son las actividades en las cuales se exige menos interactividad entre el estudiante y el profesor, están concebidas como un método fundamentalmente unidireccional de transmisión de conocimiento del profesor al alumno.

### 5.2. Seminarios

En esta prueba piloto además de transmitir al alumno los conocimientos propios de la materia queremos promover y ampliar las competencias adecuadas para la misma.

El planteamiento inicial, desde el primer día de clase, ha sido aplicar la obligatoriedad de realizar los seminarios para provocar que el alumno tome la decisión de seguir o no la evaluación continua y por lo tanto, aquellos alumnos que sigan la asignatura están concienciados de que no abandonarán los seminarios (a pesar del trabajo constante que esto pueda implicar). En consecuencia, el profesor puede trabajar con un grupo de alumnos reducido y lo que es más importante, motivados y conscientes del trabajo que se les exigirá en el día a día. Los seminarios son clases con un número reducido de alumnos y su misión es doble. Por un lado, se trabajan los conocimientos científico-técnicos expuestos en las clases magistrales para completar su comprensión y profundizar en ellos. Para ello, se desarrollarán actividades diversas desde la típica resolución de problemas hasta la discusión de casos prácticos. Se implementan metodologías de aprendizaje y resolución de problemas de forma cooperativa. Por otro lado, los seminarios han de ser el foro natural donde exponer en común el desarrollo del trabajo práctico, aportando los conocimientos que le faltan al estudiante para avanzar o indicarle donde están las fuentes de éste. La misión de los seminarios es hacer de puente entre las clases magistrales de teoría y el trabajo práctico de los laboratorios, promoviendo ambos una serie de competencias como por ejemplo la capacidad de análisis y síntesis, el razonamiento crítico y la adquisición de experiencia en la resolución de problemas.

Los seminarios están sincronizados con las clases magistrales de forma que cada sesión de seminario trata los métodos de diseño digital previamente explicados en teoría. Se intenta que la conexión con seminarios sea directa para consolidar los conceptos aprendidos anteriormente. Además cada semana se incluyen una serie de propuestas (problemas) para trabajar en casa y/o en grupo, para ser luego comentados en el siguiente día de seminario.

Los seminarios se estructuran en tres partes:

- La parte inicial recoge las propuestas de la semana anterior; con las correcciones posteriores y propuestas y comentarios del alumno (esta entrega supone una nota de seminarios).
- El cuerpo del seminario es la propuesta de un nuevo problema a resolver con los conocimientos adquiridos en el último problema (hecho en casa y/o en grupo) y los conceptos aprendidos en la sesión previa de teoría. En esta parte, los alumnos se distribuyen en pequeños grupos y trabajan cooperativamente para poder resolver eficientemente el problema. La corrección de éste se hace en la pizarra una vez que se observa que algunos grupos lo han resuelto.
- La parte final del seminario es donde se explica la propuesta de problema para la siguiente sesión.

Por otra parte, en los seminarios de problemas se hace un uso intensivo del campus virtual de la UAB, realizándose en él las siguientes tareas:

- El profesor cuelga semanalmente los resultados de los problemas de la semana anterior.
- Se resuelve online las preguntas realizadas por los alumnos que plantean dudas relativas a la realización de problemas.
- Se promueve que el alumno haga los ejercicios extraordinarios (adicionales) para subir su grado de participación (y su nota final).

- Se invita a los alumnos a que propongan nuevos problemas. El equipo de profesores de seminarios evalúan las dificultades de estos problemas y si lo consideran pertinente pueden proponerlos como ejercicios extraordinarios.

Por otro lado, además de tener todas las notas relacionadas con los seminarios hicimos dos exámenes de nivel (individualmente) cada mes y medio de seminarios. De esta forma controlábamos el grado de adquisición de contenidos desarrollados en este periodo y podíamos detectar los casos de alumnos con deficiencias de forma individual. Respecto a las calificaciones en todo el periodo lectivo hemos tenido de cada alumno una media de cuatro notas a nivel de grupo de seminarios (ejercicios y problemas resueltos en grupo) y dos notas de examen parcial. Todo este conjunto de notas mas algún ejercicio voluntario ha generado la calificación con respecto a los seminarios.

### 5.3. Sesiones de Prácticas

Como prueba piloto en los seminarios de prácticas y prácticas de laboratorio, hemos utilizado una wiki [5]. La wiki es un espacio web colaborativo creado para el trabajo colectivo de varios autores. Para su aplicación en docencia, la idea básica es el sistema de evaluación por portafolio o carpetas, integrando la evaluación en el proceso de enseñanza-aprendizaje. Se quiere que la wiki sea el vehículo conductor del proceso de aprendizaje del alumno, a la vez que un elemento motivador que fomente una actitud de participación en la asignatura. Al comienzo de curso el alumno recibe un dossier con el trabajo práctico que tendrá que desarrollar durante el curso. Esta documentación la obtiene a través de su WIKI personal (que se ha creado para él) tras seguir los pasos que allí se indican.

La práctica en cuestión está basada en el diseño de un sistema digital que se implementará utilizando una FPGA (un dispositivo lógico programable). Con respecto a la evaluación de las practicas se han establecido tres entregas parciales del trabajo a realizar (por medio de una WIKI) y tres controles orientados a hacer un seguimiento del trabajo de cada alumno y que tendrá un valor en la calificación de éste. La práctica en sí tiene doce variantes del mismo problema con lo que cada grupo tiene que desarrollar una variante. Así se consigue dificultar la copia directa de ésta y por otro lado se permite que a nivel de diferentes grupos, éstos puedan cooperar para la implementación final ya que cada grupo tiene que resolver problemas similares pero no iguales. Una diferencia con los años anteriores ha sido que a todos los grupos de prácticas se les ha obligado a implementar su diseño sobre una placa de prototipado. El alumno, a través de la WIKI, desarrolla dinámicamente durante el curso un portafolio de la práctica que no deja de ser un compendio de las diferentes entregas con las modificaciones pertinentes derivadas de las correcciones del profesor.

## 6. Competencias transversales a la asignatura

Las competencias que ha establecido nuestro equipo de trabajo en la asignatura de Diseño de Sistemas Digitales de nuestra titulación para la convergencia hacia el EEES son las que se citan en los puntos siguientes. Estas competencias son desde nuestro punto de vista imprescindibles para que nuestros alumnos en el futuro puedan competir con garantías en el mercado europeo del trabajo.

- *Calidad*

En un mundo tan competitivo como el actual es necesario tener unos estándares de calidad. Por ello al alumno desde el principio se le explica como deben realizar los trabajos prácticos y problemas y que existe una estricta planificación para hacerlos. Todas las horas de teoría, problemas y laboratorio, están planificadas y el alumno sabe exactamente que es lo que debe hacer en cada momento.

- *Capacidad de análisis y síntesis*

Alcanzar una alta capacidad para el análisis, diseño e implantación de sistemas informáticos es crucial para un ingeniero. Para mejorar e incentivar estas capacidades al alumno se le entrevista de forma oral para comprobar si ha conseguido los niveles de aprendizaje adecuados. Se le estimula tanto en entrevistas individuales como en grupo a dar respuestas a preguntas tanto abiertas como cerradas donde el alumno debe dar muestra de estas capacidades. También conseguimos este estímulo a través de un examen parcial y otro final. Así como en todas las entregas de problemas y sesiones de laboratorio.

- *Resolución de problemas*

La resolución de problemas es inherente al ingeniero. Éste es contratado por la industria en muchos casos para el desarrollo de nuevos productos, de nuevas metodologías de producción etc. Para ello el ingeniero tiene que afrontar gran cantidad de problemas a lo largo de su vida profesional. Esta competencia la hemos fortalecido creando más ejercicios, los cuales son planteados regularmente a lo largo de todo el periodo lectivo obligando al alumno a afrontarlos y resolverlos de forma continuada. Así se consigue un aprendizaje continuo y prolongado durante el curso, no sólo antes del examen. Hemos también creado problemas de difícil solución individual y donde se necesitaba la cooperación entre iguales (alumnos) para poder solucionarlos.

- *Capacidad de Organización y Planificación*

En el mundo actual la coordinación y planificación son fundamentales para proyectos de gran envergadura que necesitan la organización de gran cantidad de personal altamente especializado. El engranaje de esta la cadena tiene que estar estructurado de una forma precisa para que ningún eslabón haga retrasar la realización del proyecto. Esta competencia se ha sometido a un cambio fundamental respecto a años anteriores. Este año todas las sesiones de teoría, prácticas y sesiones de laboratorio estaban planificadas al principio del curso. El alumno era consciente de lo que tenía que hacer en cada sesión y del trabajo que tenía que preparar para presentarse en cada sesión.

- *Comunicación oral y escrita*

Estas competencias son de prima importancia ya que además de tener capacidad de innovación el ingeniero a su vez ha de saber convencer de sus planteamientos. Para ello una muy buena comunicación oral y escrita son fundamentales. La competencia relativa a comunicación oral se ha fomentado especialmente a través de las entrevistas en los controles de prácticas de laboratorio. También en las tutorías y por último en los seminarios de prácticas se favorecía las discusiones de cómo resolver los problemas tanto a nivel alumno-alumno, como a nivel profesor-alumno.

La competencia relativa a la escritura se ha promovido a través de los cuestionarios de los dosieres de prácticas que se escribían a través de la wiki donde había varias iteraciones profesor-alumno hasta alcanzar una respuesta satisfactoria por parte del alumno.

- *Trabajo en equipo*

Esta capacidad está muy relacionada con la capacidad de organización y planificación debido a que actualmente los problemas que tiene que acometer un ingeniero son de gran envergadura y tiene que haber una gran interacción entre iguales y entre diferentes. Esta competencia se ha promovido sobretodo con las prácticas que estaban pensadas para ser realizadas en grupo impulsando diferentes roles entre los alumnos de un grupo y promoviendo el trabajo cooperativo. Algunos problemas, por su complejidad, debían ser realizados en parejas favoreciendo el hecho de tener que trabajar en grupo fuera de las horas lectivas.

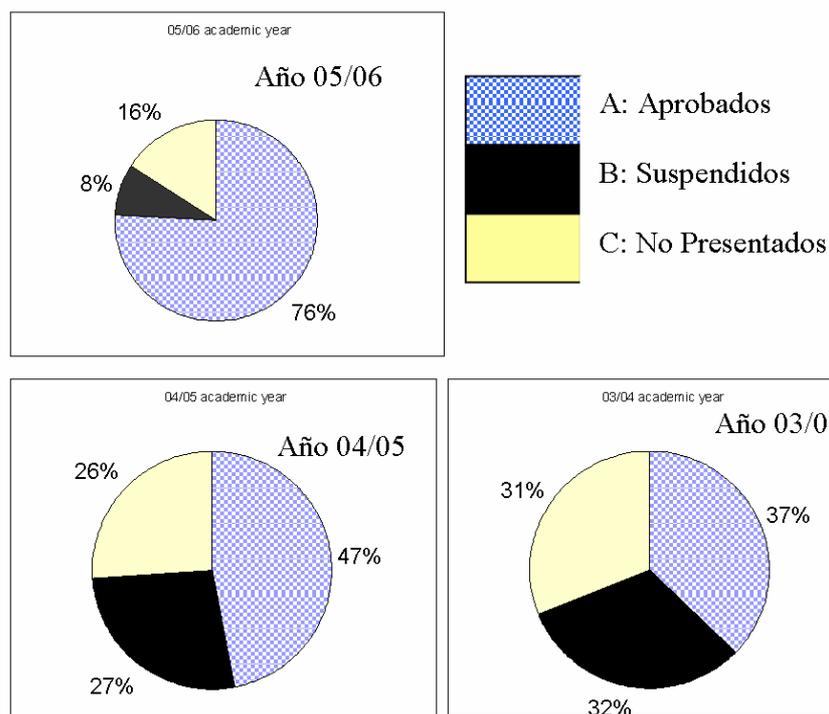
- *Razonamiento crítico*

Las entrevistas durante las sesiones de prácticas, las diferentes versiones de las prácticas, los diferentes problemas, el trabajo grupal, todos estos factores promueven la conversación entre el grupo, la discusión y, por tanto, el razonamiento crítico.

## **7. Resultados y Conclusiones**

Gracias a la aplicación de la nueva metodología descrita hemos podido comparar los resultados obtenidos respecto a años anteriores, tal como se muestra en la tabla 1. Consideramos que los resultados obtenidos este año son altamente positivos y ponen en evidencia que el trabajo constante y la interacción alumno/alumno y profesor/alumno a través de la metodología seguida favorecen el aprendizaje continuo. El número total de alumnos matriculados el curso actual (2005-2006) fue 177 mientras que en el curso anterior fueron 254. Este año el número de no presentados ha sido 28, un 15% del total. En cambio, el año anterior el número de no presentados fue 79, un 31% del total. Este curso el número de estudiantes que han realizado los seminarios hasta el final ha sido 146, de los cuales han aprobado la asignatura 134 (91%).

Consideramos igualmente destacable no sólo los resultados positivos desde un punto de vista cuantitativo (es evidente que han aprobado más alumnos) sino también desde un punto de vista cualitativo. Para poder argumentar mejor esta consideración explicaremos brevemente las encuestas que hemos realizado a los alumnos. Adjuntamos la valoración promedio obtenida, puntuada de 1 (negativo) a 5 (positivo). Los comentarios mayoritarios de los alumnos en las encuestas corresponden a una valoración muy positiva sobre el trabajo realizado en los seminarios (ver tabla 2), principalmente porque valoran que sean seminarios con pocos alumnos (esto les permite mucha más interacción con los profesores y con sus propios compañeros). También destacan el ritmo constante de trabajo al que se les acostumbra aunque, evidentemente, tenga la contrapartida de una mayor y constante dedicación durante todo el periodo lectivo. Respecto a las competencias que se trabajan en la asignatura, podemos considerar, de forma global, que el alumno tiene la percepción de que la metodología seguida en la asignatura le permite trabajar dichas competencias (las encuestas nos indican una valoración promedio de las competencias de 3,4) aunque evidentemente como profesores nos queda aún mucho trabajo por realizar, especialmente en lo que se refiere a la evaluación adecuada de la adquisición de dichas competencias por parte del alumno.



**Tabla 1.** Datos comparativos entre el curso anterior y el curso actual (con la nueva metodología).

Metodologías Docentes		Competencias	
Teoría	2,3	Capacidad de análisis y síntesis	3,4
Seminarios de problemas	4,1	Resolución de problemas	3,7
Seminarios de prácticas	3,1	Capacidad de organización y planificación	3,4
Sesiones de laboratorio	3,3	Comunicación oral y escrita	3,1
Sistema de evaluación	3,5	Trabajo en equipo	3,5
Relación profesor/alumno	4,1	Razonamiento crítico	3,4
Metodología ayuda a llevar la asignatura al día	4,1		
Campus Virtual	3,4		

**Tabla 2.** Encuestas realizadas por los alumnos (curso 05/06)

## Referencias

- [1] Joint declaration of the European Ministers of Education, *The Bologna declaration June 1999*, The European higher education Area. [http://www.bologna-berlin2003.de/pdf/bologna\\_declaration.pdf](http://www.bologna-berlin2003.de/pdf/bologna_declaration.pdf)
- [2] Slavin, R. E., (1983), *Cooperative Learning*, New York: Longman.
- [3] D.R. Woods, *Problem-based Learning: Helping your students gain the most from PBL* [D.R. Woods, 1995, D.R. Woods, Waterdown, Canada ISBN 0-9698725-1-8].
- [4] A.Portero, J. Saiz, R. Aragonés, M. Rullán, J. Aguiló, E. Valderrama, *Transforming Spanish student attitude in the face of engineering learning*, World Conference in Continuing Engineering Education, Wien 2006.
- [5] WIKI <http://ume015.uab.es/dsdwiki>
- [6] Campus Virtual <http://www.uab.es/interactiva>