

REVISTA LATINOAMERICANA DE TECNOLOGÍA EDUCATIVA  
Volumen 5. Número 2

Para citar este artículo:

Aragonés, R.; Saiz, J.; Portero, A.; Rullán, M. y Aguiló, J. (2006). Experiencia de Innovación Docente siguiendo las directrices del EEES en la enseñanza del diseño digital, *Revista Latinoamericana de Tecnología Educativa*, 5 (2), 203-222. [[http://www.unex.es/didactica/RELATEC/sumario\\_5\\_2.htm](http://www.unex.es/didactica/RELATEC/sumario_5_2.htm)]

**Experiencia de Innovación Docente siguiendo las directrices del Espacio Europeo de Educación Superior en la enseñanza del diseño digital.**

**Raúl Aragonés Ortiz**  
**Joaquim Saiz Alcaine**  
**Antoni Portero Trujillo**  
**Mercedes Rullán Ayza**  
**Jordi Aguiló Llobet**

Escola tècnica Superior d'Enginyeria  
Departament de Microelectrònica  
i sistemes Electrònics. Edifici Q.  
08193 – Bellaterra (Barcelona) - España

*Universitat Autònoma de Barcelona*

Email: [aragones@microelec.uab.es](mailto:aragones@microelec.uab.es); [joaquin.saiz@uab.es](mailto:joaquin.saiz@uab.es);  
[antoni.portero@uab.es](mailto:antoni.portero@uab.es); [mercedes.rullan@uab.es](mailto:mercedes.rullan@uab.es); [Jordi.Aguilo@uab.es](mailto:Jordi.Aguilo@uab.es)

**Resumen:** El nuevo marco educativo superior establecido en la declaración de Bolonia ha introducido en nuestra metodología docente una serie de cambios muy significativos que, a nivel autonómico catalán, ha sido liderado por el DURSI (Departament d'Universitats, Recerca i Societat de la Informació). De esta forma, dicho departamento propuso la adaptación de ciertas titulaciones al futuro modelo europeo (EEES) entre las que se hallaba la de Ingeniería Informática. El departamento al que pertenecemos (Microelectrónica y Sistemas Electrónicos), ha puesto en marcha la implantación de una nueva metodología docente en un reducido número de asignaturas troncales, pertenecientes a la citada titulación, donde existe como factor común entre ellas, un alto grado de especialización

tecnológica y un gran número de alumnos (más de 200). El objetivo fundamental de este trabajo es mostrar todo el proceso de adaptación que ha sido necesario para la ejecución con plenas garantías de dicha reforma educativa en nuestra asignatura (Diseño de Sistemas Digitales), así como todas las herramientas didácticas utilizadas para poder implantar dichas técnicas en una asignatura con un alto grado de experimentación práctica en los laboratorios y fomentar un mayor grado de participación y consecución de objetivos por parte del alumnado. Para conseguir el éxito final de dicho proceso, hemos utilizado una metodología docente basada en el PBL ("Problem Based Learning"), en el uso intensivo del conocido "e-learning", así como en una introducción progresiva al aprendizaje cooperativo; siempre siguiendo las directrices del grupo IDES (Grupo de Innovación Docente en Educación Superior) de la UAB. La asignatura en cuestión, ha sido estructurada en tres grandes secciones: Sesiones de teoría; Seminarios de problemas y Sesiones de laboratorios. En la sección de resultados evaluaremos el alto grado de objetivos cumplidos, la mejora significativa en el trabajo cooperativo, el incremento de la capacidad de organización y planificación, así como la buena capacidad en la resolución de problemas. A su vez, se ha conseguido que se haya obtenido un 91% de superación de la asignatura de los alumnos que han seguido los seminarios.

**Palabras clave:** E-learning, Aprendizaje Basado en Problemas, Espacio Europeo de Educación Superior.

**Abstract:** The new higher educative framework established in the Bologna Declaration has introduced to our educational methodology a series of very significant changes that, at Catalan autonomic level, have been conducted by the DURSI (the Catalan Ministry of Universities, Research and the Information Society). With this aim, the ministry proposed the adaptation of certain degrees to the future European model, being Computer Engineering one of them. The department which we belong to (Department of Microelectronics and Electronic Systems), has started up the implantation of a new teaching methodology in a small number of core subjects, belonging to the aforementioned degree, which have in common a high level of technological specialization and a large number of students (more than 200). The main goal of our paper is to explain all the adaptation process that has been necessary for the execution of this educative reform in the subject we teach (Digital System Design). We also show all the didactic tools used to implant the new teaching methodology in a subject with a high level of experimentation in the laboratories. These tools also foment a greater degree of participation and attainment of objectives on the students' part. In order to successfully carry out this process, we have used an educational methodology based on the Problem Based Learning technique (PBL) [2], the intensive use of e-learning and the progressive introduction to the cooperative learning [3], always following the directives of the Unit for Innovation in Higher Education Teaching (IDES) from the UAB. The subject at issue has been structured in three great sections: Theory classes; Problem seminars y Laboratory sessions. In the results section, we will present the high level of fulfilled objectives, the significant

improvement in cooperative working, the organization and planning capacity increase as well as the good aptitude in problem resolution. Moreover, the 91 per cent of the students who followed the seminars passed the subject.

**Keywords:** E-learning, Problem Based Learning, European Space of High Education.

---

### 1. Introducción.

Si hacemos un estudio del sistema educativo universitario actual, observaremos que se caracteriza por proporcionar a las personas de unos conocimientos con una estructura fundamentalmente teórica, mientras que el sistema productivo de la industria ha requerido cada vez más del desarrollo de capacidades y habilidades prácticas. Es en nuestro mundo, el educativo, donde por competencias los dos sistemas convergen, y en el que la fusión de las habilidades, de los conocimientos y de los contextos tiene lugar el desarrollo de una revolución de los sistemas de formación tradicional. Es aquí pues donde el enfoque de las nuevas competencias profesionales augura un nuevo paradigma en la relación entre 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 muy diferentes a los de los puestos de trabajo tradicionales. Hoy en día, los trabajadores incorporan un mayor nivel de conocimiento científico-tecnológico en la concepción, diseño, creación y elaboración de nuevos productos o servicios, generando a nuestro mercado competitivo un abanico de posibilidades donde la base principal es el conocimiento. De esta forma, las nuevas tecnologías demandan nuevas competencias profesionales y personales, y la industria actual requiere de nuevos profesionales con buenos conocimientos, con nuevas competencias sociales, capacidades de trabajo en equipo, razonamiento y planificación estratégica. Es en este marco social donde la declaración de Bolonia ha introducido en la metodología docente una serie de cambios muy significativos intentando dar una repuesta a los mismos. Este proceso de cambio, ha sido liderado a nivel autonómico catalán por el DURSI (*Departament d'Universitats, Recerca i Societat de la Informació*) proponiendo la adaptación de ciertas titulaciones al futuro modelo europeo (EEES) y creando el título de Grado. En nuestra univesidad (U.A.B) se ha puesto en marcha un plan piloto afectando a ciertas titulaciones entre las que se haya la titulación de Informática. Nuestra labor ha consistido en preparar e implantar una asignatura perteneciente a la citada titulación de acuerdo a las directrices establecidas por el EEES.

La estructura de este trabajo de distribuye de la siguiente forma. En el apartado 2, se presenta el marco actual donde se encuentra nuestra asignatura, así como sus objetivos, competencias y su estructura. En el apartado 3, se muestra la nueva metodología desarrollada para la asignatura en cuestión, así como su

proceso de reestructuración y la adaptación del equipo docente. En los apartados 4 y 5, se expone la planificación de todas las secciones de la asignatura citándose para cada una de ellas sus objetivos, la metodología seguida y su proceso de evaluación. Los apartados 6, 7 y 8, documentan las labores a realizar por el alumno así como todo lo relacionado con las tutorías. En el apartado 9 se ofrecen las estadísticas finales de la asignatura así como las encuestas de seguimiento realizada a los alumnos. Finalmente, el apartado 10 presenta las conclusiones.

## **2. Presentación de la asignatura.**

La asignatura de Diseño de Sistemas Digitales, es una asignatura obligatoria que actualmente se imparte al segundo curso de la titulación de Ingeniería Informática de la Universidad Autónoma de Barcelona y que consta de 6.5 créditos ECTS. La asignatura en cuestión, que tiene un bajo índice de aprobados, ha sido reestructurada en contenidos y forma por tal de experimentar con la nueva metodología docente que regula el Espacio Europeo de Educación superior (EEES) basada entre otros principios en el aprendizaje basado en problemas (PBL) y en el e-learning. La experiencia que se ha llevado a cabo en dicha asignatura, ha podido ser demostrada sobre un total de 180 alumnos que han podido sacar provecho de esta novedad educativa que más adelante desarrollaremos, donde observaremos el resultado de las encuestas y el aumento considerable al índice de aprobados.

### **2.1 Objetivos de la asignatura.**

La asignatura establece los siguientes objetivos principales:

- a) Conocer las herramientas tanto hardware/software como las metodologías que hacen posible el diseño de grandes sistemas digitales, y como se pueden utilizar en el diseño de un computador simple.
- b) Estudiar las herramientas hard/soft desde un punto de vista eminentemente práctico, trabajando en el laboratorio con FPGAs de ALTERA.
- c) Analizar desde un punto de vista teórico-práctico las máquinas algorítmicas, haciendo diseños de sistemas digitales de complejidad media-alta y evaluando los costes asociados y las alternativas de diseño.
- d) Comprender que el computador es un sistema digital de alta complejidad, el diseño del cual puede iniciarse a partir de estas herramientas.
- e) Fomentar la creatividad desde el punto de vista del diseño hardware con la idea de lograr vías más eficientes en el diseño de sistemas digitales.

### **2.2. Competencias que queremos desarrollar.**

Las competencias que hemos establecido en nuestro equipo de trabajo de la asignatura de nuestra titulación y que pretendemos que el alumno adquiera son las siguientes:

- Calidad de los trabajos realizados.
- Capacidad de análisis y síntesis.
- Resolución de problemas.
- Capacidad de organización y planificación.
- Comunicación oral y escrita.
- Trabajo en equipo.
- Razonamiento crítico.
- Toma de decisiones.

Todas las herramientas y técnicas que mostraremos posteriormente tendrán como objetivo primordial el desarrollar dichas competencias.

### 2.3. Coordinación de la asignatura

Para poder realizar una buena planificación de la asignatura es necesario considerar la influencia que recibe (y da) a sus asignaturas complementarias. En la figura 1 se puede analizar dependencias entre asignaturas; observamos las que se verán afectadas por Diseño de Sistemas Digitales del segundo curso que son Estructura de Computadores, y Redes de Computadores I y II de tercer curso. Por otra parte, recibe dependencias de Fundamentos de Computadores del primer curso que ya tuvo en el curso pasado una primera experiencia en la aplicación del plan de Bolonia.

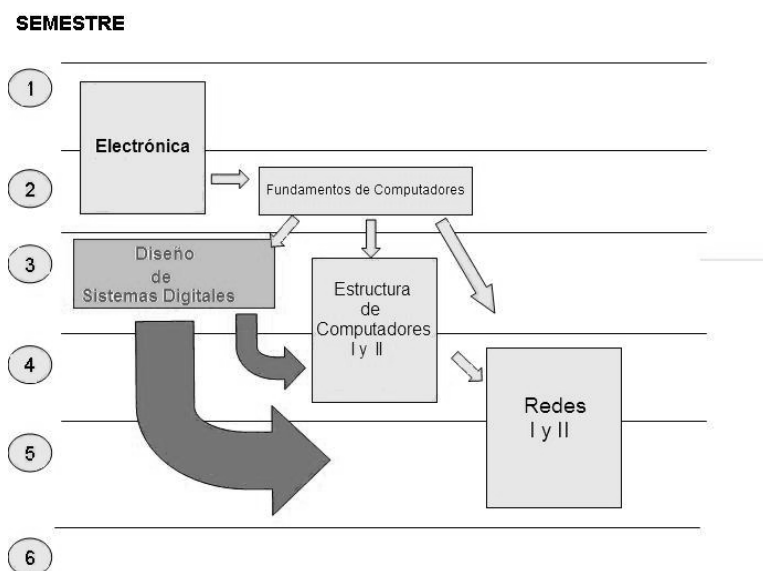


Figura 1. Dependencias entre asignatura

#### **2.4. Estructura de la asignatura**

La asignatura de DSD ha estado estructurada siempre en dos grandes secciones muy diferenciadas teoría/problemas y prácticas. La primera gran sección (teoría/problemas) constaba de unos contenidos totalmente teóricos y con índice de participación altamente deficiente; los problemas se realizaban sobre la marcha y el profesor resolvía los mismos en la pizarra sin la colaboración de los alumnos debido el alto número de ocupación de dichas sesiones (cerca de los 100 alumnos por aula). Esta sección tenía un peso de 3 créditos (1.5 por cada subsección). Las sesiones de prácticas eran de un contenido poco específico, realizándose una implementación de una máquina de bebidas y siguiendo un guión de prácticas demasiado tutorizado y con poca posibilidad de decisión por parte de los alumnos, con un peso de 1.5 créditos. Cuando decidimos aplicar los conceptos metodológicos aunados en el EEES y en particular la filosofía docente PBL tuvimos que realizar una reestructuración TOP/DOWN de toda la concepción de la asignatura así como de todos los contenidos, metodologías y objetivos de las secciones de la misma para evolucionar hacia 6.5 créditos ECTS.

#### **3. Aplicación de la nueva metodología docente**

Para poder aplicar todas las técnicas y adaptaciones que requiere el PBL se requieren una readaptación del contenido, estructuras horarias y metodologías. Las secciones que mostraremos a continuación permitirán la adaptación de dichas metas para obtener los objetivos establecidos.

##### **3.1. Estudio del perfil del alumnado**

Inicialmente hemos decidido realizar un estudio de los perfiles del alumno que cursa nuestra asignatura. De esta forma podríamos caracterizarlos con los siguientes patrones:

- Alumno que proviene del primer curso del grado de informática, con ninguna otra actividad extra-universitaria. Generalmente es un alumno que viene de bachillerato con interés por las ciencias tecnológicas.
- Alumno que proviene de otras universidades. Alumnos que por algún motivo no han superado el régimen de permanencia en el centro de origen. Suelen venir a nuestra escuela con algunos conocimientos previos sobre algunas materias impartidas, pero tienen también un exceso de confianza sobre las mismas; creen que ya las conocen.
- Alumnos con actividades extra-universitarias. Suelen estar realizando actividades deportivas (algunos de ellos son profesionales del deporte) o pueden estar trabajando a tiempo parcial o a tiempo completo. Generalmente son de una edad superior y tienen un mayor grado de responsabilidad, aun cuando su ritmo por ir logrando nuevos cursos es inferior pues se matriculan de menos créditos.

Con estos perfiles establecidos, podemos intentar planificar los horarios de mañana / tarde de DSD junto con los grupos (en cada franja horaria) para intentar adaptar los horarios a las necesidades de estudio, trabajo y deporte de los alumnos.

### **3.2. Proceso de reestructuración**

El primer paso de la reestructuración fue a nivel horario. La asignatura de DSD ha pasado a ofrecerse en sesiones de mañana y en sesiones de tarde tanto el contenido teórico, seminarios de problemas, seminarios de laboratorio, y laboratorios. Concretamente se han creado: dos grupos de teoría por la mañana y un grupo por la tarde; cuatro grupos de seminarios de problemas por la mañana y dos por la tarde y dos grupos de laboratorio por la mañana y cuatro grupos por la tarde. De esta forma, por la mañana se ofrece el doble de recursos Teoría/Seminarios que por la tarde, y de la misma manera por la tarde se ofrece el doble de sesiones de laboratorio que por la mañana. Con esta adaptación horaria permitimos que el alumnado que realiza actividades extra universitarias (trabajo retribuido, deportes de alto rendimiento...) tenga opciones horarias de poder combinarse cualquier grupo de teoría, seminarios y prácticas de laboratorio con otras asignaturas de su plan de estudios.

Al mismo tiempo, otra de las principales reestructuraciones consistía en intentar reducir al máximo posible el número de alumnos por aula; poniendo en práctica todos los recursos previstos. De esta forma, y a modo de ejemplo, los seminarios de problemas tenían un máximo de 45 alumnos por grupo y esto permitía trabajar más cómodamente con todos ellos (siendo el índice de ocupación real de estos seminarios del 65%) y poder así aplicar las técnicas innovadoras propuestas y haciendo los seminarios más dinámicos e interactivos entre el profesor y el alumno. Con el antiguo plan de estudios, el número de alumnos en las sesiones de problemas era cercano a la centena por aula.

### **3.3. Adaptación del equipo humano**

Para poder desarrollar la asignatura con éxito, ha sido necesaria la colaboración de un total de cinco profesores. A la hora de distribuir las tareas docentes, la coordinadora de la asignatura ha pensado en las habilidades didácticas de cada miembro docente de la asignatura. De este modo el profesorado ha sido repartido en las siguientes actividades docentes: (i) Clases magistrales, (ii) Seminarios de problemas y (iii) Seminarios de prácticas y laboratorios. Se ha intentado seguir la metodología didáctica del PBL, haciéndose un esfuerzo por conseguir que los profesores que antes sólo impartían sesiones de prácticas, dieran también sesiones seminarios de problemas integrando mejor toda la filosofía de la asignatura y del plan de Bolonia. De esta forma, se ha conseguido generar un material didáctico integrador entre seminarios y prácticas. Bajo esta filosofía se hizo un replanteamiento total de las prácticas y de las sesiones de seminarios que más adelante se describirán. De esta forma, y teniendo en cuenta la asignación docente de cada profesor y considerando los grupos de cada sección a razón de

mañana y tarde se establecieron las distribuciones que se argumentan en los siguientes apartados.

#### **4. Planificación de la asignatura**

Debemos considerar desde buen inicio que el centro del proceso de aprendizaje es el trabajo personal del alumno. Éste, aprende trabajando constantemente siendo nuestra misión orientarlo y ayudarlo en esta tarea suministrándole la información y/o mostrándole las fuentes donde puede conseguirla. También debemos dirigir, en la medida que sea posible, sus logros para garantizar la eficiencia de su proceso de aprendizaje. La vía para conseguir estos objetivos plantea la estructura para el desarrollo del curso. En los siguientes apartados se plantea la planificación y estructura necesaria para cada sección de la asignatura.

##### **4.1. Clases magistrales (teoría)**

La sección de teoría de la asignatura de DSD ha tenido que modificar los contenidos para adaptarse a los nuevos objetivos de la asignatura. Al mismo tiempo ha sufrido también un recorte del número de horas semanales dedicadas a esta sección para compensar el aumento de la sección de seminarios de problemas.

###### **4.1.1. Metodología**

Los conocimientos propios y elementales de la asignatura se expondrán en forma de clases magistrales en sesiones de 2.5 horas semanales. En estas sesiones se mostrarán 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 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 conocimientos del profesor al alumno.

###### **4.1.2. Herramienta multimedia innovadora. Campus virtual.**

Como método innovador para la intercomunicación profesor/alumno así como para el acceso al material docente y bibliografía, hemos utilizado el *Campus virtual de la UAB* (Autónoma Interactiva). Esta plataforma virtual, permite tener el material docente actualizado día a día, donde el alumno puede disponer de los apuntes y ejercicios a elaborar, antes que el profesor lo explique en clase, y puede interactuar con el alumno resolviendo todo tipo de dudas. Al mismo tiempo, también planteamos temas de debate en la sección del *foro* con la idea de promover la participación entre grupos.



Otra de las posibilidades que ofrece la herramienta, desde nuestra posición como profesor, es permitirnos controlar los accesos de cada grupo a cada una de las partes de los *campus* y poder de esta forma controlar la participación y el nivel de uso de este recurso virtual. En la figura 2 se muestra la pantalla principal de la asignatura en el *campus virtual*.



Figura 2. *Campus virtual de la UAB.*

#### 4.1.3. Evaluación.

La evaluación de los conocimientos adquiridos se realizó al acabar el semestre mediante un examen escrito. La ponderación del mismo se justificará en el apartado 6.

#### 4.2. Seminarios de problemas.

Los seminarios de problemas, son clases con un número reducido de alumnos y su misión es doble: (a) trabajar los conocimientos científico-técnicos expuestos en las clases magistrales para completar su comprensión y profundización. De esta forma se desarrollarán actividades diversas, desde la típica resolución de problemas hasta la discusión de casos prácticos. Se implementarán metodologías de aprendizaje y resolución de problemas cooperativos y (b) ser el foro natural donde poner en común el trabajo desarrollado, aportando los conocimientos que le faltan al estudiante o indicándole dónde poder adquirirlos. La misión de los seminarios es hacer de puente entre las clases magistrales de teoría y el trabajo

práctico de los laboratorios, que promoverán la capacidad de análisis y síntesis, el razonamiento crítico, y que entrenará al estudiante en la resolución de problemas.

#### **4.2.1. Objetivos**

Los alumnos, como objetivos principales de nuestro seminario, deben ser capaces de:

- a) Diseñar cualquier esquema de cálculo (con materializaciones secuenciales y combinacionales) para un enunciado dado.
- b) Diseñar una máquina algorítmica para una aplicación dada, con unos requerimientos técnicos previamente establecidos (estructura de la UP y esquemas de cálculo).
- c) Analizar la eficacia de sus soluciones y propuestas, y contrastarlas con el resto de los compañeros del grupo, defendiendo sus decisiones y presentar alternativas viables.

#### **4.2.2. Metodología**

Uno de los cambios más significativos respecto a las clases magistrales, es la reducción del número de alumnos por aula hasta un ratio de un 25%. Con esta reducción se consigue trabajar con grupos de unas 20-25 personas, trabajando diferentes casos prácticos y teniendo mucha más interacción con el alumnado con el objetivo de poder ayudarlos y asesorarlos en todo momento. Respecto al mobiliario del aula, se ha conseguido también usar unas aulas especiales para este objetivo, donde tenemos las mesas totalmente libres de movimiento. De esta manera, se ha dispuesto a los alumnos en semicírculo haciendo que ningún alumno de la espalda a ningún compañero, y haciendo que el profesor se puede mover libremente por las mesas para poder tutorizar mejor el caso práctico. De la misma forma, cuando deben trabajar en grupo, se pueden mover las mesas y generar pequeños "territorios" para compartir mejor la información y ser así más cooperativos entre ellos. Los seminarios están perfectamente sincronizados con las clases magistrales, de forma que cada sesión de seminario trata la metodología de diseño digital previamente comentada a la teoría. Cada semana se proponen un conjunto de propuestas (problemas) para trabajar en casa (en grupo) para poder ser comentados el próximo día de seminario.

#### **4.2.3. Estructura del seminario**

La estructura de la sesión de seminario se podría segmentar en tres partes: (1) la parte inicial que recoge la propuesta de la semana anterior; con la corrección posterior y los comentarios de los alumnos (esta entrega supone una nota de seminarios). La disposición de las mesas en esta parte es en semicírculo por mejorar la comunicación profesor – alumno. (2) El cuerpo central del seminario. En

esta sección se propone un nuevo problema a resolver con los conocimientos adquiridos en el último problema (hecho en casa en grupos) y los conceptos aprendidos a la sesión previa de teoría. En esta parte los alumnos se dividen en pequeños grupos, y trabajan cooperativamente con el objetivo de resolver de la manera más eficiente el problema propuesto. La corrección del problema se hace a la pizarra, pasado un tiempo establecido. (3) La parte final de seminario; donde se explica la propuesta para el día siguiente. En esta parte los alumnos vuelven a estar en semicírculo para escuchar la propuesta del profesor y hacer posibles preguntas respecto del enunciado propuesto.

#### **4.2.4. Distribución de grupos**

Para organizar los grupos de seminario de problemas, hemos permitido que ellos mismos unieran en grupos de dos personas para la realización de los ejercicios sin ningún rol entre ellos; pero hemos exigido un trabajo colaborativo.

#### **4.2.5. Control de asistencia**

La asistencia a los seminarios de problemas ha sido obligatoria como parte de la planificación de la asignatura. Esto nos ha permitido evaluar finalmente el índice de aprobados en base a la obligatoriedad de entrega de problemas y de la asistencia a las sesiones. Los resultados serán expuestos en el apartado 10.

#### **4.2.6. Aplicación del Campus virtual**

Los seminarios de problemas hacen uso intensivo del *Campus Virtual* de la UAB, realizando los profesores las siguientes tareas: subir semanalmente los resultados corregidos del problema de la semana anterior; resolver las dudas on-line que alumnos planteen en la realización de los problemas; estimular a los alumnos la realización de ejercicios extraordinarios para aumentar el grado de participación (y su nota final) e incentivar a los alumnos la proposición de nuevos problemas. El equipo de profesores de los seminarios evaluaremos la dificultad de estos problemas y los podremos proponer como ejercicios extraordinarios.

#### **4.2.7. Evaluación**

Para calificar a nuestros alumnos, además de contar con todas las notas relacionadas con los seminarios (notas grupales) se realizaron dos exámenes de nivel (individuales) cada mes y medio de seminarios; de esta forma controlábamos el nivel del logro individual de los contenidos desarrollados en este periodo y podíamos detectar casos de alumnos con carencias específicas. Respeto a las calificaciones en todo el periodo lectivo, hemos tenido de cada alumno una media de cuatro notas grupales de seminarios (ejercicios y problemas resueltos en grupos) y dos notas de exámenes parciales. Todo este conjunto de notas anteriormente comentadas más algún ejercicio voluntario, y un examen final de seminario (el mismo día que el examen de teoría) han generado la calificación

representativa al final de los seminarios. Las ponderaciones de las secciones se verán al final de este documento en el apartado 6.

### **4.3 Sesiones de laboratorio (prácticas).**

La práctica está basada en el diseño de un sistema digital (máquina de bebidas automática) que, como novedad en este curso, se implementará utilizando FPGAs (un dispositivo lógico programable).

#### **4.3.1 Objetivos**

A lo largo de las sesiones de prácticas, los alumnos en grupos de tres personas deberán planificar, diseñar y simular el sistema propuesto con las herramientas de desarrollo que ofrece el fabricante de FPGA's ALTERA. Finalmente deberán implementar todo este proyecto con una placa de entrenamiento que se entregará en el laboratorio. El proyecto consiste en poner en funcionamiento desde cero una máquina de Bebidas frías (como las que podemos encontrar en cualquier área comercial). El desarrollo de la máquina en cuestión está segmentado en tres grandes partes: (i) diseño de la unidad de proceso y hacer las simulaciones pertinentes; (ii) diseño de la unidad de control y hacer las simulaciones pertinentes y (iii) simulación final, e implementación en placa de prototipaje. Cada una de estas partes, está totalmente tutorizada y documentada en una guía de desarrollo que le permite al alumno ir siguiendo su proceso de diseño / aprendizaje de dicha unidad y finalmente proceder a responder las preguntas que debe entregar al profesor (dossier). De esta forma se deberán realizar tres entregas o dossiers. Para realizar todo lo anteriormente descrito serán necesarias un total de nueve sesiones de prácticas de dos horas cada una.

#### **4.3.2 Metodología**

Para diseñar la nueva práctica de la asignatura de DSD, adaptándonos al máximo a la nueva metodología docente, intentamos potenciar al máximo el trabajo individual de cada grupo, y evitar de esta manera que los grupos se pudieran copiar entre ellos. Esta tarea era muy complicada pues la única forma de evitar este hecho (que se había venido produciendo en los últimos años, y ahora era el momento de acotarlo) era generar diferentes enunciados. De esta manera, partimos del propósito inicial de generar un total de doce enunciados que basándonos en un enunciado común (la máquina de bebidas) tuviera un total de doce variantes del enunciado principal. En este proceso se tomó el enunciado general y haciendo una lectura profunda se detectaron ciertas variables que permitían hacer cambios; estos cambios eran lo suficientemente significativos para que los alumnos desistieran de copiar. Las posibles variables a barajar eran las siguientes: (a) capacidad máxima del almacén de cada bebida (capacidad máxima por bebida); (b) número de bebidas a vender (cola, naranja, limón, tónica...) y (c) la lógica de funcionamiento: lógica positiva o lógica negativa.

Con estas variantes (si hacíamos una combinación de todas ellas salían más de 32 opciones) las intentamos agrupar por el mismo valor de dificultad (dimos un valor de dificultad a cada variante y un valor de diferenciación) para evitar desigualdades significativas entre los grupos pero lo suficientemente diferentes como por evitar la copia. De este modo salieron doce enunciados diferentes con el mismo nivel de dificultad partiendo del enunciado inicial. Desde el punto de vista del profesor, esta nueva aportación a las prácticas creaba una dificultad mayor en el seguimiento de la misma y sobre todo en la corrección. No era lo mismo detectar errores en un único enunciado genérico que en un enunciado con tantas variantes.

#### **4.3.3 Distribución de grupos**

Para organizar los grupos de prácticas, hemos permitido que ellos mismos se juntaran en grupos de tres personas para la realización de las mismas. Se les ha exigido un trabajo colaborativo de forma que cada uno de ellos desarrollara un rol diferente en el grupo de trabajo para conseguir un objetivo común. Pese a estar los grupos formados por tres personas distintas, la nota final era independiente para cada miembro del grupo según las evaluaciones individuales orales que comentaremos en el apartado 4.3.5.

#### **4.3.4 Control de asistencia**

El sistema de asistencia semanal al laboratorio también ha sido un cambio significativo con respecto a años pasados, el alumno de este curso no tiene un día y una hora prefijada para ir adelantado el trabajo de la misma en las sesiones de prácticas. Gran parte del trabajo está pensado para que se haga en casa o en las aulas de informática de la facultad. Este hecho ha sido otra gran novedad este curso, pues hemos entrado en colaboración con la sección de "Soporte Informático de la Escuela" para conseguir que se instale el software específico Altera Quartus en todas las aulas genéricas de nuestra facultad. De todos modos, los alumnos tienen la obligación de asistir a las cuatro sesiones de ejecución de la práctica así como a las sesiones de control oral individuales. Por otra parte, las sesiones de Seminarios de Prácticas (que son informativas de la práctica, y que están colgadas en formato electrónico a la Wiki del grupo de prácticas) no son de obligatoria asistencia.

#### **4.3.5 Uso de una Wiki como herramienta docente**

Otras de las novedades presentadas en este curso en cuanto a la utilización masiva de herramientas de interacción profesor/alumno ha sido la Wiki. Una Wiki es un sistema que permite crear documentos de Internet de manera colectiva y cooperativa, utilizando un navegador web y un lenguaje de marcaje simple. Un claro ejemplo de esta herramienta es la enciclopedia abierta multimedia libre más

conocida en Internet (<http://es.wikipedia.org>). Para hacer la asignatura más interactiva con el alumno (y más interactiva entre grupos) hemos creado una Wiki individual para cada grupo de prácticas. De esta manera hemos creado un total de sesenta WIKIS (considerando todos los grupos de prácticas). Cada Wiki contiene la misma estructura que las demás, y sólo los usuarios creadores (los alumnos del grupo y los profesores) de cada Wiki tienen permisos para modificarla. De esta manera, evitamos que otros grupos puedan manipularlas; pero permitimos que los otros grupos de prácticas puedan consultar los errores cometidos por otros grupos y de esta manera aprender de los errores de los demás.

La Wiki está formada por un FRONTPAGE que es el lugar donde el profesor va “colgando” semanalmente todas las actividades que el grupo ha de ir realizando. Aquí el alumno puede recoger todo el material que ha de elaborar así como el enunciado de las preguntas de cada dossier (recordamos que se hacen tres entregas de dossier, que son cada una de las partes de la práctica). Las respuestas a dichos dossiers se deberán realizar sobre la misma Wiki utilizando el método de edición que formaliza el estándar Wiki y no adjuntando ficheros de WORD al estilo del campus virtual. A su vez, los alumnos tienen una serie de links que les permiten ir colgando las entregas o cuestiones en los apartados correspondientes.

Con la idea de familiarizar al alumno con este nuevo método docente interactivo, hemos creado un manual electrónico y también hemos dedicado media sesión de un seminario de prácticas para presentar las herramientas de edición de la misma (<https://wiki.uab.es/>). Para realizar las entregas correspondientes de cada sesión se ha establecido una fecha de inicio y una fecha de finalización de entrega; esta fecha ha quedado marcada en la Wiki de forma que el profesor puede consultar el estado de la entrega y la fecha de misma. De hecho, el administrador de la Wiki (profesor) puede consultar el estado de los cambios de la Wiki y ver si el grupo ha hecho demasiadas modificaciones sobre la misma y si la consulta frecuentemente. Una vez el alumno ha presentado el dossier correspondiente en la sección de la práctica que ha de entregar, el profesor corrige el mismo dossier sobre la Wiki del alumno, de manera que el alumno tiene inmediatamente la corrección de su dossier y la nota final de la misma. Finalmente, el alumno puede revisar su dossier final para poder presentar correctamente el *portfolio* final de la asignatura (sección del *Portfolio* 4.3.7).

#### 4.3.6 Evaluación

A la hora de evaluar el alumno de prácticas se consideraron los siguientes factores:

- Haber realizado toda la práctica con éxito, tanto las tres partes de la misma como la implementación final en la placa de entrenamiento.
- Las notas de cada uno de los tres dossiers.

- Las tres notas orales individuales de cada miembro del grupo. Después de la entrega de cada dossier hay una sesión establecida para la evaluación de los conocimientos adquiridos por cada miembro del grupo; esta evaluación se realiza mediante un examen oral delante del proyecto realizado (haciendo preguntas sobre el mismo).
- La nota opcional del *Portfolio*.

#### 4.3.7 El portfolio

Si tomáramos una definición genérica del *Portfolio* diríamos que es una colección de información académica que tiene como objetivo documentar el propio proceso de aprendizaje y mostrar evidencias de las competencias desarrolladas. Desde el punto de vista de nuestra asignatura, se trata de una recopilación de los trabajos o dossiers realizados en las sesiones de prácticas acompañadas de las correcciones derivadas de las indicaciones del profesor. Asimismo, puede incluir reflexiones personales sobre los dossiers y conclusiones. Esta reflexión permite al alumno expresar sus ideas respecto de como has llevado a cabo su propio proceso de aprendizaje (los aciertos, las capacidades desarrolladas, el aprendizaje valorado, las conclusiones etc). Este documento puede ser de utilidad para evaluar a un alumno que se encuentre entre dos calificaciones, y a su vez, poder estimar así su proceso de aprendizaje durante toda la asignatura. Al mismo tiempo que trabaja con la Wiki, el alumno va elaborando dinámicamente su portfolio de la parte de prácticas de la asignatura, constituyendo esto otro punto positivo del uso de la Wiki.

### 5. Evaluación de la asignatura

El principal objetivo de nuestro proceso de evaluación es garantizar al alumno el logro de los conocimientos y habilidades definidas en la asignatura así como las competencias necesarias en este curso del grado de informática.

#### 5.1. Elementos de evaluación

La evaluación de los conocimientos se lleva a cabo en base al trabajo semanal desarrollado por los alumnos en grupos de: tres personas a las sesiones de laboratorio y dos personas a las sesiones de seminarios. De esta forma se puede evaluar el grado de implicación en los seminarios y del trabajo semanal al laboratorio, así como el grado de asimilación de los conocimientos científico-técnicos logrados de la materia. Los elementos de evaluación de las tres secciones de la asignatura han sido presentados en los sub-apartados correspondientes.

#### 5.2. Indicadores de valoración

La calificación final de la asignatura se obtiene a partir del siguiente baremo:

- El 40% proviene de la prueba escrita que se realizará al finalizar la asignatura (febrero o julio dependiendo de la convocatoria).
- Un 40% de la nota final proviene del practicum (sesiones de laboratorio); y el *Portfolio* permite determinar la nota final de prácticas.
- Un 20% de la nota final proviene de las calificaciones obtenidas en los seminarios de problemas.

Finalmente para poder realizar el promedio entre los diferentes apartados, es necesario haber obtenido una puntuación mínima de un 5 en el practicum y que la suma de la nota de la prueba escrita y la nota de los seminarios sea como mínimo de 5. De una manera totalmente excepcional y durante este curso académico 2005-06 los alumnos que hayan realizado y aprobado las prácticas de la asignatura en años anteriores quedan convalidados de las prácticas con una nota igual a 5.

#### **6. El trabajo autónomo del alumno**

La asignatura ha permitido al alumno el poder trabajar tanto individualmente como en grupo. Consideramos que el alumno aparte de crecer como persona individual también debe aprender a cooperar y adaptarse a otros compañeros con diferentes perfiles. De esta forma el trabajo en equipo ha permitido desarrollar habilidades muy deseadas en el mundo industrial actual. Respeto al trabajo que debe realizar el alumno individualmente tendríamos: el trabajo en casa para preparar los seminarios, el estudio de la clase magistral y la preparación de las tareas del laboratorio individuales. Por otra parte, la asignatura de DSD ha contado también de una buena parte de trabajo cooperativo para desarrollar las siguientes tareas: presentar y diseñar las tareas de cada sesión de laboratorio, presentar el trabajo de seminario semanal y la coordinación y dirección del equipo de trabajo.

#### **7. Materiales y recursos del alumno**

Para poder desarrollar correctamente el aprendizaje del alumno, éste necesita consultar diferentes fuentes de información y así poder cumplir con los objetivos previstos. Al alumno se le proporciona una bibliografía básica, en la que aparece tanto libros de consulta como páginas web especializadas. A su vez, los alumnos tienen a su disposición todas las transparencias, presentaciones, apuntes y documentos necesarios para poder seguir las clases magistrales, los seminarios de problemas, los seminarios de prácticas, y las sesiones de laboratorios entre el campus virtual de nuestra asignatura, la Wiki de cada alumno, la copistería de la facultad y la biblioteca de ciencias.

#### **8. Tutorías personalizadas**

En todo momento y desde el primer día, el alumno conoce nuestras disposiciones horarias para poder atender adecuadamente a sus consultas. Se ha establecido que cada profesor disponga de dos horas semanales a la atención



tutorizada de los alumnos. Además, se ha dispuesto al alumno de la posibilidad de comunicarse con nosotros en cualquier momento del día a través de la sección de tutorías del campus virtual.

## 9. Análisis cuantitativo y cualitativo de la asignatura.

Finalmente, vamos a presentar una serie de datos que permiten tener una estimación de toda la dedicación del equipo de profesores para preparar y llevar al día la asignatura, así como unas muestras de los resultados finales de los alumnos y unos resultados obtenidos de las diversas encuestas de seguimiento que hemos ido realizando durante el curso.

### 9.1 Estadísticas finales

En las dos siguientes tablas, se resume la dedicación de la asignatura por parte de los alumnos a lo largo del curso así como los resultados obtenidos por éstos.

Horas presenciales recibidas por el alumno:			Horas previstas de dedicación del alumno: (actividad no-presencial)		
<i>Teoría</i>	<i>Problemas</i>	<i>Prácticas</i>	<i>Trabajo personal (estudio)</i>	<i>Preparación de las prácticas, incluyendo la elaboración de los dossiers y el portfolio final</i>	<i>Controles y prueba final</i>
12	12	16	30	60	30

MH	EXC	NT	AP	S	NP
2 (1,1%)	7 (3,9%)	50 (27,7%)	75 (42,9%)	15 (8,5%)	28 (15,8%)

### 9.2 Encuestas realizadas a alumnos

En cada una de las secciones de la asignatura se procedió a realizar la consulta sobre la opinión que tenían al respecto y qué mejorarían en dicha sección; un resumen significativo de los resultados se presentan a continuación.

#### 9.2.1 Teoría

Los alumnos consideran que la utilización de los ejemplos realizados en clase ayuda a entender la teoría. La explicación es tranquila, esmerada, clara y metodológica. Por otro lado, los alumnos reducirían el su número en las sesiones de mañana, a su vez destacan el poco tiempo que se dispone en las sesiones de teoría, así como el presentar menos transparencias y más ejemplos prácticos.

#### 9.2.2 Seminarios de problemas

Destacan como positivo que los grupos de alumnos son reducidos y esto les permite resolver más dudas, así como el trabajo diario (obligatorio) que implica traer al día la asignatura. También recalcan el buen ambiente entre compañeros y

los profesores. Respecto a las mejoras, pedirían una mayor duración de los seminarios de forma que les diera más tiempo de acabar hasta el final el problema; reducir el número de entregas de problemas, y mejorar los ejercicios resueltos.

### 9.2.3 Prácticas

Los alumnos resaltan como muy positivo que la práctica es entretenida, el hardware motivador y tiene una finalidad concreta. Mejorarían las prácticas haciendo grupos más reducidos y aumentando el tiempo de las sesiones.

### 9.2.4 Asignatura en global

En la siguiente tabla se valora el grado de asimilación de las diversas competencias (sobre un valor máximo de 5).

Concepto	5	4	3	2	1	Media
Capacidad de análisis y síntesis	3,4	37,2	52,4	6,9	0	3,4
Resolución de problemas	9,7	58,6	27,6	4,1	0	3,7
Capacidad de organización y planificación	5,5	40,0	40,7	13,1	0,7	3,4
Comunicación oral y escrita	1,4	30,3	49,7	14,5	4,1	3,1
Trabajo en equipo	11,7	42,8	27,6	14,5	2,8	3,5
Razonamiento crítico	7,1	34	50,3	8,5	3,4	3,4

## 10. Conclusiones

Después de haber formado parte del equipo de profesores que han participado en el proceso de transformación de la asignatura de DSD, hemos constatado la elevada dedicación docente que ha conllevado la tutorización, corrección de trabajos y prácticas, evaluación continua y controles de asistencia. También hemos logrado los siguientes objetivos:

- Usos permanentes del campus virtual como espacio de comunicación profesor-alumno.
- Trabajo constante del alumno durante todo el cuatrimestre, especialmente a los seminarios y prácticas (evaluación continua).
- Trabajar con grupos reducidos de alumnos, especialmente en los seminarios.

Los resultados académicos obtenidos en el curso actual han sido positivos, destacando que el 91% de los alumnos que han seguido los seminarios han conseguido superar la asignatura y, por otro lado, el 85% de los matriculados han seguido hasta el final los seminarios. Este dato consideramos que es bastante significativo puesto que la no asistencia a los seminarios no implicaba que el alumno perdiera ninguna convocatoria, tan sólo comportaba un 20% menos de la

nota final. Es decir, los alumnos desde el inicio de la asignatura han decidido continuar hasta el final con la asistencia a los seminarios porque, tal y como recogemos a las encuestas, han encontrado que ésta les ayudaba mucho a entender la asignatura y practicar semanalmente la materia.

Los resultados son muy positivos no sólo cuantitativamente sino también cualitativamente; las encuestas lo constatan. Mediante éstas, hemos podido conocer mejor los elementos que más han valorado los alumnos, y, sin lugar a dudas, los seminarios (media 4,1) y las prácticas (media 3,1) han sido muy valoradas, así como la relación profesor-alumno (4,1). Los alumnos también han destacado y valorado positivamente el trabajo en equipo, así como el ritmo constante de trabajo al que se los ha habituado. También sorprende favorablemente la valoración positiva que tienen los propios alumnos sobre el trabajo de las competencias asociadas a la asignatura (las encuestas dan una media de 3,4). Es evidente y somos muy conscientes que todavía debemos trabajar mucho por garantizar una buena evaluación de las competencias trabajadas y que no es suficiente con que el alumno tenga la sensación de que las ha trabajado; querríamos estar más seguros de que se los evalúa de forma adecuada.

Para concluir, consideramos que la aplicación del plan de Bolonia en nuestra asignatura ha permitido mejorar tanto el rendimiento de los alumnos en esta materia como potenciar sus habilidades, responsabilidades, aptitudes y su nivel de conocimientos.

## 11. Referencias bibliográficas

- Portero, A.; Saiz, J.; Aragonés, R.; Rullán, M.; J. Aguiló, J. y Valderrama, E. (2006). *Transforming Spanish student attitude in the face of engineering learning*. World Conference in Continuing Engineering Education, Viena.
- Rodríguez Espinar, S. (1997). El portafolios, ¿Modelo de evaluación o simple historial del alumno?. En H. Salmerón (Coord.). *Diagnosticar en educación*. Granada. FETE/UGT, pp 183-199.
- Raquel Barragán Sánchez, R. (2005). El Portafolio, metodología de evaluación y aprendizaje de cara al nuevo Espacio Europeo de Educación Superior. Una experiencia práctica en la Universidad de Sevilla, *Revista Latinoamericana de Tecnología Educativa*, 4 (1), 121-139. [[http://www.unex.es/didactica/RELATEC/sumario\\_4\\_1.htm](http://www.unex.es/didactica/RELATEC/sumario_4_1.htm)].
- Slavin, R. E. (1983). *Cooperative Learning*. New York: Longman.
- Unitat d'innovació docent en educació superior. IDES de la UAB. (2005): La carpeta de l'estudiant, Portafolio. [[http://magno.uab.es/ides/estudi/Carpeta\\_estudiant.htm](http://magno.uab.es/ides/estudi/Carpeta_estudiant.htm)]

Valcárcel, M. (2003). Proyecto EA20030040. La preparación del profesorado universitario español para la Convergencia Europea en Educación Superior. [[http://wwwn.mec.es/univ/html/informes/estudios\\_analisis/resultados\\_2003/EA2003\\_0040/informe\\_final.pdf](http://wwwn.mec.es/univ/html/informes/estudios_analisis/resultados_2003/EA2003_0040/informe_final.pdf)]

Woods, D.R. (1995). Problem-based Learning: Helping your students gain the most from PBL. Waterdown, Canada [ISBN 0-9698725-1-8].