

Para citar este artículo:

Pardo, X.C.; Martín, M.J.; Sanjurjo, J.; Vázquez, C.; Fraguera, B. y Arenaz, M. (2006). Adaptación de la asignatura de Tecnología de Computadores al Espacio Europeo de Educación Superior, *Revista Latinoamericana de Tecnología Educativa*, 5 (2), 277-299. [http://www.unex.es/didactica/RELATEC/sumario_5_2.htm]

Adaptación de la asignatura “Tecnología de Computadores” al Espacio Europeo de Educación Superior.

Xoán C. Pardo
María J. Martín
José Sanjurjo
Carlos Vázquez
Basilio Fraguera
Manuel Arenaz

Dpto. de Electrónica y Sistemas.
Facultad de Informática.
Campus de Elviña, s/n.
15071 - A Coruña – España

Universidad de A Coruña

Email: pardo@udc.es; mariam@udc.es; joesan@udc.es;
cvazquez@udc.es; basilio,arenaz@udc.es

Resumen: Este artículo describe la experiencia práctica en la adaptación de la asignatura de Tecnología de Computadores a las nuevas exigencias del EEES (Espacio Europeo de Educación Superior). Esta adaptación se ha realizado dentro del contexto de las acciones emprendidas por la ACSUG (Agencia para la Calidad del Sistema Universitario de Galicia) y la UDC (Universidad de A Coruña) como parte del proceso de convergencia hacia el EEES. La asignatura objeto de la adaptación es una asignatura troncal que se imparte en el primer curso de la titulación de Ingeniería Técnica en Informática de Gestión de la Facultad de Informática de la UDC. Los contenidos de la asignatura se desarrollaban

tradicionalmente utilizando fundamentalmente la clase magistral, apoyada por clases de problemas y algunas sesiones prácticas de montaje de circuitos digitales en el laboratorio. La adaptación de la docencia se ha realizado con el objetivo de centrarla más en el alumno, definiendo de forma clara las competencias que estos desarrollarán al cursarla y proponiendo actividades que faciliten su desarrollo. El objetivo de este trabajo es describir como se realizó la adaptación de dicha asignatura, qué materiales y actividades se prepararon, qué dificultades se encontraron, cuáles fueron los objetivos conseguidos y cuál fue la respuesta de alumnos y profesores ante tales cambios.

Palabras clave: Convergencia Europea, Espacio Europeo de Educación Superior, ECTS, docencia en Tecnología de Computadores, desarrollo de competencias.

Resume: Este artigo descreve a experiéncia práctica na adaptación da disciplina de Tecnologia dos Computadores com as novas exigéncias do EEES (Espaço Europeu de Ensino Superior). Esta adaptação foi feita no contexto das acções empreendidas pela ACSUG (Agência para a Qualidade do Sistema Universitário da Galiza) e pela UDC (Universidade da Corunha) no processo de implementação do EEES. A disciplina objecto da adaptação é uma disciplina obrigatória ministrada no primeiro curso do plano de estudos da Engenharia Técnica em Informática de Gestão da Faculdade de Informática da UDC. Previamente à adaptação, os conteúdos da disciplina eram ensinados usando fundamentalmente aulas teóricas, aulas de resolução de problemas e algumas sessões práticas de montagem de circuitos digitais no laboratório. A adaptação foi feita com o objectivo de centrar mais o ensino nos estudantes, definindo claramente as competências que eles vam adquirir e propondo actividades que facilitem o seu desenvolvimento. O objectivo deste artigo é descrever a adaptação realizada na cadeira, que materiais e actividades foram propostas, que dificuldades foram resolvidas, quais os objectivos obtidos e qual a resposta dos estudantes e professores diante de tais mudanças.

Palavras chave: Convergência Europeia, Espaço Europeu de Ensino Superior, ECTS, docência en Tecnologia dos Computadores, desenvolvimento de competências.

1. Introducción

La necesidad de adaptarse al nuevo EEES (MEC, 2003; Campos et al., 2002) ha propiciado la colaboración entre las diferentes instituciones responsables de la Educación Superior en nuestro país. En Galicia, la ACSUG ha promovido acciones conjuntas con las tres universidades gallegas con el objetivo de informar, formar y facilitar a la comunidad universitaria este proceso de adaptación. Se ha realizado una serie limitada de experiencias piloto en diferentes titulaciones (cuatro en total) que han servido de referente para facilitar la ampliación en el número de asignaturas y titulaciones que actualmente están en proceso de adaptación al nuevo marco docente.

La adaptación de la asignatura de Tecnología de Computadores que se describe en este artículo forma parte de la segunda fase de este grupo de experiencias piloto, en la que el número de titulaciones se ha ampliado a once. El proceso de adaptación de esta experiencia piloto tiene como objetivos los siguientes:

1. Elaborar las Guías Docentes de las asignaturas de acuerdo a criterios ECTS.
2. Aplicar las Guías Docentes en cada titulación a partir del curso 2004/05.
3. Promover la aplicación de experiencias docentes que fomenten el trabajo autónomo y el desarrollo de capacidades por parte de los alumnos, así como la adaptación de profesores y PAS a las nuevas formas de trabajo.

Por su parte la UDC a través de su Vicerrectoría de Calidad y Armonización Europea también promueve diferentes acciones como parte del proceso de convergencia hacia el EEES. Una de estas acciones es el proyecto GADDU (Guía de Armonización para el Diseño de la Docencia Universitaria) que plantea el desarrollo de un modelo de Guía Docente que sirva de referente común a la comunidad universitaria y que está principalmente orientada a:

1. Facilitar al profesorado la planificación, el desarrollo y la gestión de su docencia.
2. Proporcionar al alumnado la información necesaria sobre el contenido de los programas para orientar y facilitar su aprendizaje.
3. Favorecer la visibilidad y la comparación de los programas de acuerdo a las exigencias del proceso de convergencia hacia el EEES.

El contenido de este artículo se centra en explicar como se realizó la adaptación de la asignatura de Tecnología de Computadores en el contexto de las acciones indicadas anteriormente. De manera resumida, la adaptación consistió en la elaboración de la Guía Docente de acuerdo a los modelos propuestos por la

ACSUG (Zabalza, 2004) y la UDC (2005a; 2005b), con el compromiso de aplicarla durante el curso 2005/06. Elaborar la Guía Docente implicaba también replanificar la docencia de la asignatura, reduciendo su carga teórica y substituyéndola por actividades que fomentasen el desarrollo de diferentes capacidades por parte de los alumnos. Debido a la existencia del compromiso de aplicar la Guía Docente elaborada, las actividades propuestas debían ser realistas, teniendo en cuenta la disponibilidad docente, el número de alumnos matriculados, los recursos disponibles, etc. Teniendo en cuenta estos condicionantes, resulta especialmente interesante en este artículo la información aportada sobre los problemas encontrados a la hora de aplicar la Guía Docente, así como la opinión tanto de los docentes como de los alumnos implicados sobre los cambios realizados y el nuevo estilo de docencia.

El resto del artículo se estructura de la forma siguiente: en el apartado 3 se describe la situación de la asignatura previa a los cambios realizados; en el apartado 4 se describen los cambios realizados en la planificación docente de la asignatura y se comentan los problemas encontrados a la hora de llevarla a la práctica; en el apartado 5 se dan los resultados de una encuesta realizada a los alumnos en la que se les preguntaba sobre diferentes aspectos del nuevo sistema. El artículo termina incluyendo un apartado de conclusiones y las referencias bibliográficas utilizadas.

2. Situación Previa

En este apartado se describen los aspectos básicos de la asignatura de Tecnología de Computadores en cuanto a contenidos, relaciones con otras asignaturas del plan de estudios y otros datos cuantitativos como el número de alumnos matriculados, horarios, etc.

2.1. Contexto de la asignatura

La asignatura de Tecnología de Computadores es una asignatura troncal de 9 créditos LRU (4,5 teóricos y 4,5 prácticos) del área de Arquitectura y Tecnología de Computadores que se imparte en el primer curso de la titulación de Ingeniería Técnica en Informática de Gestión de la Facultad de Informática de la UDC. Tiene una duración cuatrimestral y sus contenidos forman la base necesaria para la comprensión de la estructura y funcionamiento de un computador. El estudio de esta asignatura debe considerarse como una herramienta importante en el trabajo de un Ingeniero Técnico en Informática de Gestión, puesto que aunque su perfil está orientado principalmente al desarrollo de soluciones software, en ciertas áreas de aplicación, la calidad del diseño y el rendimiento en la ejecución de estas se ve influido por el conocimiento y comprensión del funcionamiento interno de un computador. En la Figura se muestra gráficamente la relación con otras asignaturas del mismo plan de estudios:

- *Tecnología electrónica*, en la que se estudian los fundamentos físicos y electrónicos que constituyen la base de los componentes digitales de un computador.
- *Matemática Discreta*, en esta asignatura se estudia la base teórica matemática del álgebra de Boole y la Teoría de Automatas, que será utilizada como herramienta en la asignatura de Tecnología de Computadores.
- *Sistemas Operativos I*, en esta asignatura se estudia el Sistema Operativo, que es el nivel software más próximo y dependiente del hardware del computador.
- *Redes de Comunicaciones*, esta asignatura sienta las bases de las comunicaciones entre distintos computadores.

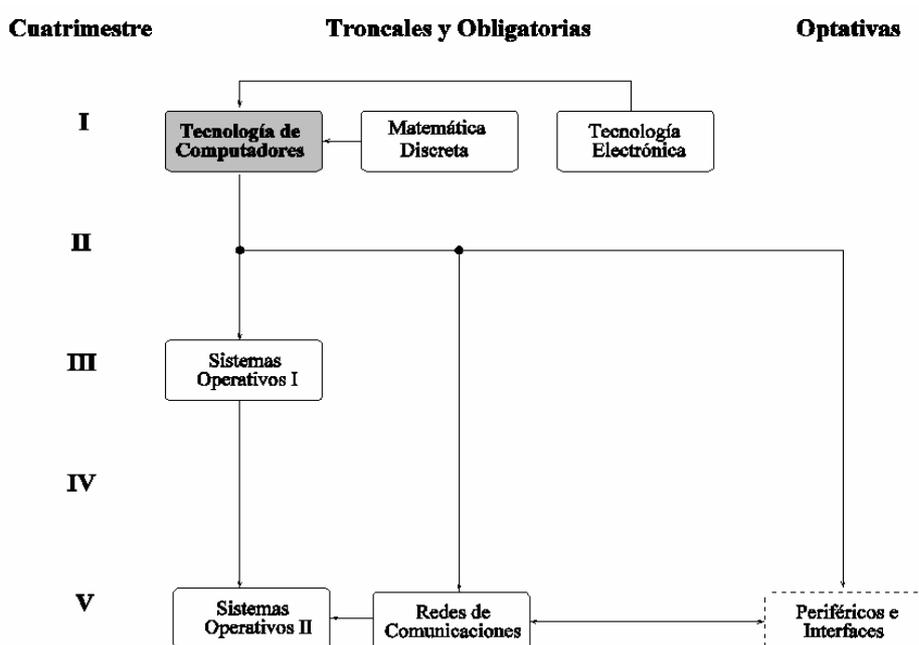


Figura 1. Principales relaciones de la asignatura con otras asignaturas del plan de estudios.

- *Sistemas Operativos II*, asignatura que continúa la de Sistemas Operativos I, profundizando en los detalles de implementación de sistemas operativos particulares.
- *Periféricos e Interfaces*, asignatura optativa dedicada al subsistema de entrada/salida. Parte de la asignatura se dedica al estudio de la arquitectura y programación de microcontroladores. Sus contenidos son en parte un complemento y en parte una continuación de lo estudiado en Tecnología de Computadores.

2.2. Contenidos

Debido a que esta asignatura es la única no optativa, dentro del plan de estudios de la titulación de Ingeniería Técnica en Informática de Gestión, dedicada al estudio de la estructura hardware de un computador, sus contenidos son amplios e incluyen, de forma resumida, lo siguiente:

- El estudio de los conceptos básicos sobre los circuitos digitales, las leyes del álgebra de Boole que rigen su comportamiento y la representación digital de la información.
- El análisis y el diseño de circuitos combinacionales simples, así como el estudio de los dispositivos básicos que permiten implementarlos modularmente: multiplexores, codificadores, sumadores, etc.
- El análisis y el diseño de circuitos secuenciales simples, así como el estudio de los dispositivos secuenciales básicos: biestables, contadores, registros, etc.
- El estudio de los principales dispositivos de memoria (memorias ROM, RAM y asociativas).
- La especificación algorítmica de sistemas secuenciales, centrándose en la implementación cableada y microprogramada de secciones de control. Este apartado sirve tanto para introducir el principio de separación entre datos y control utilizado en los computadores, como para clarificar la frontera entre la parte puramente hardware y la parte software de un computador.

2.3. Datos adicionales sobre la asignatura

En esta sección se incluyen algunos datos que ayudan a entender el contexto de la asignatura y algunas de las decisiones adoptadas para su adaptación:

- El número de alumnos matriculados en los últimos 5 cursos está en torno a los 225. Estamos hablando por lo tanto de una asignatura con un número elevado de alumnos, lo que plantea un reto de cara a la adaptación de la misma.
- La docencia de la asignatura se distribuye en 2 grupos de teoría y 6 de prácticas.
- El horario de la asignatura desde el punto de vista del alumno consiste en 4 horas de teoría semanales (1 de ellas dedicada a la resolución de problemas) y 2 de laboratorio.
- El número de profesores con docencia asignada en esta asignatura suele ser 5. Esto varía en cada curso en función de las necesidades docentes del resto de asignaturas.

3. Adaptación de la asignatura

Como se ha comentado anteriormente, el proceso de adaptación se realizó con tres objetivos en mente: la elaboración de la Guía Docente, su aplicación en el curso 2005/06 y la promoción de actividades docentes que facilitaran el desarrollo de las competencias de los alumnos. En este apartado se describe como se realizó la Guía Docente y qué actividades se propusieron, destacando los cambios realizados con respecto a la situación previa.

3.1 Elaboración de la Guía Docente

La elaboración de la Guía Docente de la asignatura se realizó de acuerdo a las líneas generales puestas a disposición de los profesores de las asignaturas implicadas en el proceso de adaptación al EEES por la Facultad de Informática de A Coruña. Estas líneas generales estaban basadas a su vez en la "Descripción de la Guía Docente" realizada por la UDC (2005a) como parte del proyecto GADDU y en la "Guía para la planificación didáctica de la docencia universitaria en el marco del EEES (Guía de guías)" de la ACSUG (Zabalza, 2004). La Guía está estructurada en los apartados siguientes: (1) Datos descriptivos de la asignatura y (2) Programa de la materia, que incluye: Contexto de la materia; Objetivos; Competencias; Contribución al desarrollo de habilidades; Contenidos (temario de la materia); Metodología; Desarrollo ECTS; Temporización; Recursos y Evaluación. Tanto los datos descriptivos como el contexto de la materia ya han sido comentados con anterioridad. En los apartados siguientes se comentan los aspectos más relevantes del resto de la Guía Docente.

3.1.1 Objetivos

Los objetivos definidos para la asignatura fueron los siguientes:

- Que el alumno conozca y comprenda los dispositivos básicos que permiten el diseño e implementación modular de sistemas digitales: multiplexores, codificadores, sumadores, biestables, contadores, registros, etc.
- Que se familiarice con los circuitos integrados con los que se implementan los sistemas digitales.
- Que desarrolle habilidades en el diseño modular de sistemas digitales utilizando los dispositivos básicos estudiados a lo largo de la asignatura.
- Que conozca y comprenda la estructura de un computador y sus componentes básicos.

3.1.2 Competencias

La definición de las competencias que los alumnos deben adquirir están basadas en las identificadas en el “Libro Blanco del Título de Grado en Ingeniería Informática” de la ANECA (2005), y son las siguientes:

1. Aplicar los procesos de abstracción en el análisis de sistemas digitales.
2. Elaborar diferentes alternativas en la síntesis modular de una solución.
3. Evaluar la eficiencia de diferentes implementaciones.
4. Llevar a la práctica los conocimientos aprendidos.
5. Trabajar en equipo.
6. Planificar y organizar su tiempo y sus recursos.
7. Llevar a cabo un aprendizaje autónomo.

3.1.3 Contribución al desarrollo de habilidades

La asignatura de Tecnología de Computadores es la única obligatoria del área de Arquitectura y Tecnología de Computadores en el plan de estudios de la Ingeniería Técnica en Informática de Gestión. Se espera de ella que introduzca al alumno en los conocimientos básicos necesarios que le permitan comprender la estructura y funcionalidad básicas de un computador. Este conocimiento contribuye al desarrollo de habilidades como la capacidad para mejorar la calidad de los diseños software, optimizar el rendimiento en la ejecución de aplicaciones o evaluar la mejor alternativa a la hora de escoger un determinado componente hardware.

Las clases teóricas de la asignatura sirven para describir las bases formales y los componentes básicos a partir de los que se construyen sistemas digitales complejos. En las clases de problemas se ponen en práctica los conocimientos adquiridos. En ellas se pretende enfrentar al alumno con problemas que requieran la aplicación de procesos de razonamiento basados en los principios de abstracción y modularidad, que le servirán como método general para otras asignaturas y en su vida profesional. Además las clases de laboratorio permiten que el alumno trabaje con circuitos comerciales y que tenga que enfrentarse a los problemas que aparecen al llevar un diseño a la práctica. Las actividades en grupo y el trabajo autónomo contribuyen a que el alumno aprenda a trabajar en equipo, sepa buscar, filtrar y clasificar información, planifique su tiempo y mejore su destreza a la hora de defender un trabajo frente al profesor o a sus compañeros.

3.1.4 Contenidos

Los contenidos de la asignatura sufrieron varios cambios importantes debido al compromiso adoptado por los participantes en esta experiencia piloto de reducir en un treinta por ciento el contenido teórico de las asignaturas, substituyéndolo por actividades que fomentasen el desarrollo de habilidades por parte de los alumnos. Los contenidos finales están formados por nueve temas organizados en tres bloques:

| |
|---|
| BLOQUE 1: SISTEMAS DIGITALES COMBINACIONALES |
| Tema 1: Introducción a los sistemas digitales |
| Tema 2: representación y tratamiento de los sistemas digitales |
| Tema 3: Funciones aritméticas y lógicas |
| Tema 4: Funciones de ruta de datos |
| BLOQUE 2: SISTEMAS DIGITALES SECUENCIALES |
| Tema 5: Biestables |
| Tema 6: Introducción a la teoría de Autómatas |
| Tema 7: Contadores y registros |
| Tema 8: Memorias |
| BLOQUE 3: Descripción Algorítmica DE SISTEMAS SECUENCIALES |
| Tema 9: especificación algorítmica de Sistemas Secuenciales |

Los principales cambios en cuanto a contenidos consistieron en la eliminación de un tema completo dedicado a la Lógica Programable y de diferentes apartados en otros temas, como por ejemplo los contadores asíncronos en el tema 7. De esta manera se consiguió disponer de más tiempo para la realización de actividades.

Siguiendo las indicaciones de la "Guía de Guías" para cada tema hubo que proporcionar una gran cantidad de información, como por ejemplo: título, código, presentación, contenidos, actividades, temporización, recursos utilizados, evaluación, etc. De la misma manera cada actividad planificada también debía describirse aportando información muy detallada: nombre, código, tipo, descripción, instrucciones, metodología, recursos, evaluación, temporización, etc.

3.1.5 Metodología

Los contenidos de la asignatura se desarrollaron a través de la impartición de clases magistrales, clases de problemas y prácticas de laboratorio, el desarrollo de actividades complementarias y la realización por parte de los alumnos de un trabajo autónomo tutelado. A continuación se describen brevemente algunas de las actividades realizadas.

Prácticas de laboratorio

En ellas el alumno debe diseñar e implementar un total de cinco circuitos diferentes propuestos por el profesor. Las prácticas de laboratorio se realizan en pareja. Los enunciados de las prácticas están a disposición de los alumnos desde el comienzo del curso. El desarrollo de cada práctica consiste en que cada pareja acuda al laboratorio con el diseño de la solución ya hecho. En el laboratorio dispondrá de dos horas para su implementación y defensa. En su realización se valorará la capacidad del alumno para detectar y resolver los posibles errores que aparezcan durante la implementación de la práctica.

Actividades evaluables

Se proponen tres actividades diferentes a lo largo del curso:

- *Actividad de mapas de Karnaugh:* en esta actividad se evaluará el grado de comprensión adquirido por los alumnos sobre la minimización de funciones lógicas mediante mapas de Karnaugh. Se formarán grupos de cuatro alumnos que deberán acudir al aula con dos mapas de Karnaugh que previamente habrán resuelto, uno de cuatro y otro de cinco variables. La actividad consistirá en “enfrentamientos” entre pares de grupos. Cada grupo le propondrá a su contrincante los mapas que trae preparados y ambos tendrán un tiempo de quince minutos para resolverlos. Al finalizar el tiempo ambos se intercambiarán las soluciones y se corregirán mutuamente. Este proceso se repetirá cambiando los pares de grupos que se enfrentan, de manera que cada grupo resuelva varios mapas en “enfrentamientos” diferentes durante el desarrollo de la actividad.
- *Actividad de codificación:* en esta actividad se estudiarán los formatos de representación de números negativos. Está basada en la técnica puzzle de Aronson (Aronson y Patnoe, 1997). Se formarán grupos de tres alumnos, cada uno de los cuales deberá “especializarse” en un formato de representación: Signo-Magnitud, Complemento a 1 y Complemento a 2. Cada miembro del grupo se unirá con los mismos especialistas de los otros grupos y trabajarán conjuntamente durante treinta minutos en entender el formato correspondiente y sus operaciones (suma, resta, extensión de signo, etc.). Para ello contarán con la ayuda del profesor y con el material que este les proporcione al comienzo de la actividad. Posteriormente cada alumno volverá a su grupo y se explicarán mutuamente lo que han aprendido. Para ello disponen de 45 minutos. En los últimos 30 minutos se realizará una evaluación individual de los conocimientos adquiridos.
- *Actividad de autómatas:* en esta actividad se evaluará el grado de comprensión adquirido por los alumnos sobre la minimización de autómatas mediante el método de Unger. El desarrollo de esta actividad es similar al ya explicado para

los mapas de Karnaugh, aunque en este caso los “enfrentamientos” consistirán en la minimización de autómatas.

Trabajo autónomo tutelado

En esta actividad los alumnos realizan un trabajo sobre algún aspecto relacionado con las memorias de los computadores. Se realiza en grupos de al menos 2 alumnos que abordarán un tema propuesto por el profesor: usos de las memorias, comparación de tecnologías, explicación de una tecnología específica, aplicaciones de un tipo de memoria, etc. La realización de esta actividad se ha dividido en 4 pasos que el alumno debe cumplir:

1. *Presentación del trabajo a realizar:* el profesor explica a los alumnos en que consiste el trabajo y como va a evaluarse. También les proporciona una introducción general al tema de memorias y les orienta sobre donde obtener más información. La asistencia a esta presentación es obligatoria.
2. *Primera tutoría obligatoria:* en la que cada grupo dispondrá de un máximo de 15 minutos para enseñarle al profesor el estado del trabajo y recibir las indicaciones pertinentes.
3. *Segunda tutoría obligatoria:* en la que cada grupo dispondrá de un máximo de 15 minutos para entregar su trabajo y defenderlo delante del profesor.
4. *Exposición de los trabajos seleccionados por el profesor:* los grupos autores de un trabajo seleccionado dispondrán de 10 minutos para exponerlo delante de sus compañeros. Los demás deberán asistir obligatoriamente a esta exposición. Al final de la misma todos realizarán un cuestionario con preguntas relacionadas con lo expuesto y con el contenido teórico del tema.

Esta es la única actividad realizada en el tema dedicado a memorias, de manera que se eliminaron las clases magistrales existentes anteriormente y se dedicó su tiempo a las tutorías obligatorias con los alumnos.

3.1.6 Desarrollo ECTS

En este apartado de la Guía se incluyen dos aspectos, por un lado el cálculo en créditos ECTS de la carga lectiva de la asignatura y por otro una estimación de la carga de trabajo del alumno. Para el primer cálculo se siguieron las directrices indicadas por la UDC, tomando como referencia un valor de 27 horas por crédito ECTS y aplicando la fórmula siguiente para calcular el número de horas ECTS de la asignatura:

Horas ECTS = (Horas ECTS Curso (1600) x Créditos LRU) / Créditos LRU
Curso

El resultado fue de 8 créditos ECTS frente a los 9 créditos LRU que la asignatura tenía previamente.

En cuanto a la carga de trabajo a realizar por el alumno se aplicaron diferentes factores para calcular la relación entre las horas presenciales y las no presenciales que un alumno debería dedicar a cada actividad. La Tabla resume los cálculos realizados.

3.1.7 Temporización

La programación se realizó para un cuatrimestre de 14 semanas efectivas (ver Tabla). En función de los festivos de cada año deberá reajustarse y adaptarse al calendario concreto. La planificación se ha hecho teniendo en cuenta que la asignatura dispone semanalmente por grupo de teoría de 4 horas en el aula (repartidas entre clases de teoría, resolución de problemas y actividades) y de 2 horas de laboratorio por grupo de prácticas (repartidas entre las prácticas de laboratorio, la tutoría obligatoria para la revisión del trabajo en grupo y actividades).

| Actividad | Horas Presenciales | Factor | Horas No Presenciales | Horas Teóricas | ECTS |
|--------------------------|--------------------|--------|-----------------------|----------------|-------------|
| Clases teóricas | 29 | 1,5 | 43,5 | 72,5 | 2,69 |
| Resolución de ejercicios | 19 | 3 | 57 | 76 | 2,81 |
| Prácticas de laboratorio | 12 | 0,5 | 6 | 18 | 0,67 |
| Actividad Mapas | 2 | 0,5 | 1 | 3 | 0,11 |
| Actividad codificación | 2 | | | 2 | 0,07 |
| Prueba 1 | 1 | 5 | 5 | 6 | 0,22 |
| Actividad Autómatas | 2 | 0,5 | 1 | 3 | 0,11 |
| Trabajo Memorias | 3,5 | 4 | 14 | 17,5 | 0,65 |
| Tutorías | 2 | | | 2 | 0,07 |
| Exámenes | 2 | 6 | 12 | 14 | 0,52 |
| Revisión de exámenes | 1 | | | 1 | 0,04 |
| Total | 75,5 | | 139,5 | 215 | 7,96 |

Tabla1. Cálculo de la carga de trabajo del alumno.

| Semana | Teoría | Problemas | Actividades | Laboratorio | Trabajo en grupo |
|---------------|----------------------------|------------------|--------------------|---------------------------|---------------------------|
| 1 | Tema 1 (3h) Tema 2 (1h) | | | | |
| 2 | Tema 2 (3h) | Tema 2 (1h) | | | |
| 3 | | Tema 2 (2h) | Mapas (2h) | Presentación (2h) | |
| 4 | Tema 3 (2h) | | Codificación (2h) | Práctica 1 (Turno I, 2h) | |
| 5 | Tema 3 (2h) | Tema 3 (2h) | | Práctica 1 (Turno II, 2h) | |
| 6 | Tema 4 (3h) | Tema 3 (1h) | | Práctica 2 (Turno I, 2h) | |
| 7 | | Tema 4 (3h) | | Práctica 2 (Turno II, 2h) | Presentación Inicial (1h) |
| 8 | Tema 5 (2h) | Tema 4 (1h) | Prueba 1 (1h) | Práctica 3 (Turno I, 2h) | |
| 9 | Tema 5 (1h) Tema 6 (2h) | Tema 6 (1h) | | Práctica 3 (Turno II, 2h) | Tutoría 1 (Turno I, 2h) |
| 10 | Tema 6 (3h) | Tema 6 (1h) | | Práctica 4 (Turno I, 2h) | Tutoría 1 (Turno II, 2h) |
| 11 | Tema 7 (2h) | | Autómatas (2h) | Práctica 4 (Turno II, 2h) | Tutoría 2 (Turno I, 2h) |
| 12 | Tema 7 (1h) | Tema 7 (3h) | | Práctica 5 (Turno I, 2h) | Tutoría 2 (Turno II, 2h) |
| 13 | Tema 9 (3h) | Tema 7 (1h) | | Práctica 5 (Turno II, 2h) | |
| 14 | Tema 9 (1h) | Tema 9 (3h) | | | Presentaciones (2h) |

Tabla 2. Temporización de la asignatura.

Los grupos de prácticas se han dividido en dos turnos, de manera que cada uno sólo tiene obligación de acudir al laboratorio una vez cada 15 días, dedicándose las horas de laboratorio que quedan libres en cada turno a las tutorías obligatorias que se realizan entre la 9ª y la 12ª semana para la revisión del trabajo en grupo que se propone en la 7ª semana. En la última semana se dedican 2 horas a la exposición por parte de los alumnos delante de sus compañeros de los trabajos seleccionados por el profesor.

3.1.8 Recursos

En el apartado de recursos se ha incluido la bibliografía de la asignatura, algunas herramientas informáticas para el diseño y simulación de sistemas digitales y los materiales utilizados en el laboratorio.

3.1.9 Evaluación

La evaluación de la asignatura se llevó a cabo de forma continua, valorando todas las actividades realizadas a lo largo del cuatrimestre y efectuando dos pruebas evaluables adicionales:

- *Evaluación del bloque 1:* resolución de un ejercicio consistente en diseñar un sistema combinacional aplicando lo aprendido en el primer bloque de la asignatura.
- *Evaluación bloques 2 y 3:* prueba al final del cuatrimestre centrada en la resolución de problemas de diseño secuencial.

| Actividad | Peso |
|---------------------------------------|------|
| Prácticas de laboratorio (5 en total) | 1.25 |
| Actividad mapas | 0.75 |
| Actividad codificación | 0.5 |
| Actividad autómeta | 0.75 |
| Trabajo autónomo | 1.25 |
| Prueba bloque 1 | 1.5 |
| Prueba bloques 2 y 3 | 4.0 |

Tabla 3. Valoración de las actividades.

La Tabla muestra el valor de cada actividad. Ninguna de las actividades o pruebas era obligatoria. Además se les indicó a los alumnos que tendrían la consideración de no presentados los que dejaran de acudir a las actividades antes de la prueba del bloque 1, que como puede verse en la temporización se realiza en la octava semana del cuatrimestre.

3.2 Puesta en práctica

La puesta en práctica de la Guía Docente tuvo numerosas dificultades que se resumen en este apartado. Las principales fueron las siguientes:

- La adaptación de la temporización teórica a un calendario real supuso un esfuerzo importante. Los principales problemas se debieron a la necesidad de coordinar la materia vista en las clases magistrales y de problemas con el resto de actividades, de manera que hubiese un avance lo más homogéneo posible en los contenidos de la asignatura entre los diferentes grupos. Teniendo en cuenta que hubo actividades que se realizaron dividiendo los grupos de laboratorio y que era necesario disponer de aulas en las que realizarlas, la obtención del calendario final supuso un esfuerzo importante de coordinación y planificación. Los principales inconvenientes enfrentados en este punto fueron la rigidez de los horarios y la necesidad de conocer a priori (con meses de antelación) la disponibilidad de recursos. El segundo problema fue paliado en parte por disponer en nuestra Facultad de un sistema de reserva de recursos vía Web.
- El sistema de asignación de docencia a los profesores sufrió cambios importantes. En la situación previa se repartía la docencia en tres categorías: clases magistrales, problemas y laboratorio. Cada una de estas categorías suponía un número de horas fijas en el POD del profesor asignado y cada profesor tenía un número de horas semanales de clase fijo y bien establecido. Con el nuevo sistema se incorporan actividades que pueden requerir de la presencia de uno o más profesores en momentos puntuales y trabajos tutelados que se realizan sólo durante algunas semanas. Esto complicó el reparto de la docencia entre los profesores, puesto que hubo que tener en cuenta que no se solapase su docencia en Tecnología de Computadores con la de otras asignaturas que impartiesen, y esto para varios profesores y teniendo en cuenta que había que cubrir todas las actividades con el número de profesores necesario en cada una de ellas. El resultado final fue que la docencia de algunos profesores no tenía horarios fijos a lo largo del cuatrimestre, se concentraba en una parte del mismo o ambas cosas a la vez.
- A pesar de haber sido planificadas de manera realista para poder ser llevadas a cabo con los medios disponibles, la realización de las actividades propuestas requirió desde el punto de vista de su preparación previa, desarrollo, revisión y calificación, un esfuerzo notable si se compara con el que era necesario en el sistema tradicional. Uno de los aspectos que es necesario mejorar desde el punto de vista de los profesores es la organización de las actividades, haciéndolo de manera que se reduzca el esfuerzo necesario para realizarlas.
- Otro problema que se planteó durante el cuatrimestre por parte de los alumnos fue la posibilidad de recuperar actividades por no poder asistir a las mismas. En algunos casos esta solicitud no estaba justificada, pero en otros sí lo estaba por causas de fuerza mayor (enfermedades, fallecimientos de familiares, etc.). La

decisión final fue la de no permitir recuperaciones. Esta decisión puede parecer drástica, pero estaba motivada por tres razones: (a) algunas de las actividades no era posible recuperarlas una vez realizadas por el propio formato de la actividad (pensemos en las actividades en grupo); (b) recuperar actividades suponía un problema importante desde el punto de vista de disponer de los recursos necesarios (p.e. horas libres de laboratorio); y (c) el alumno siempre tiene la posibilidad de recuperar la asignatura al completo mediante el examen de la convocatoria de Septiembre.

Una de las lecciones aprendidas fue que debido a la complejidad de la puesta en práctica del nuevo sistema tanto por la naturaleza de los cambios, como por el número de profesores implicados y la cantidad de alumnos afectados se hizo necesario designar una figura de coordinador que centralizara las decisiones, se hiciese eco de las quejas y sirviera de referente para la resolución de los diferentes problemas que fuesen surgiendo. Esta figura fue muy positiva en el desarrollo de la asignatura pues permitió reducir los inevitables problemas de coordinación y malentendidos que aparecieron a lo largo del cuatrimestre.

4. Resultados

Para obtener datos sobre la valoración de los alumnos acerca del nuevo sistema docente se realizó una encuesta en la que se incluyeron tanto preguntas generales sobre el desarrollo de la asignatura como preguntas particulares relacionadas con cada actividad. Una parte de la encuesta consistió en preguntas en la que el alumno valoraba de uno a cinco determinados aspectos de la asignatura¹, mientras que otra parte consistía en preguntas abiertas en las que el alumno indicaba ventajas e inconvenientes de las actividades y del nuevo sistema.

En este apartado se resumen los resultados de esa encuesta así como los porcentajes de aprobados con el nuevo sistema comparados con los de cursos anteriores. Es importante indicar que sólo han cubierto esta encuesta los alumnos que siguieron el desarrollo de la asignatura a lo largo del cuatrimestre (en total 165), por lo que no aparecen reflejadas las opiniones de aquellos que la dejaron antes.

¹ El uno indica que el alumno está completamente en desacuerdo y el cinco que está totalmente de acuerdo.

4.1. Opiniones sobre la asignatura

Las preguntas incluidas en la encuesta sobre el desarrollo general de la asignatura con el nuevo sistema fueron las siguientes:

- Prefiero el nuevo sistema de enseñanza al sistema de enseñanza tradicional.
- El nuevo sistema facilita el aprendizaje.
- Con el nuevo sistema resulta más fácil aprobar la asignatura.
- Las diferentes actividades me han ayudado a aprender a trabajar en grupo.
- Las diferentes actividades motivaron el aprendizaje.
- La carga de trabajo ha estado bien repartida a lo largo del cuatrimestre.
- La opinión general sobre el desarrollo de la asignatura es buena.

La Figura muestra los resultados indicando para cada pregunta los porcentajes de las diferentes respuestas. Como puede comprobarse todas las preguntas recibieron una valoración alta, entre el 50% y el 65% de las respuestas tuvieron una valoración superior a 3. Si se considera que las valoraciones inferiores a 3 son las que muestran el descontento con lo preguntado, aquella pregunta con la que los alumnos estuvieron más en desacuerdo es la que indica que las actividades les ayudaron a trabajar en grupo (algo por encima del 30%) seguida del reparto de la carga de trabajo (algo por debajo del 30%). En general, la percepción sobre la mejora en el aprendizaje y el desarrollo de la asignatura ha sido positiva, y más del 60% de los alumnos prefieren claramente el nuevo sistema.

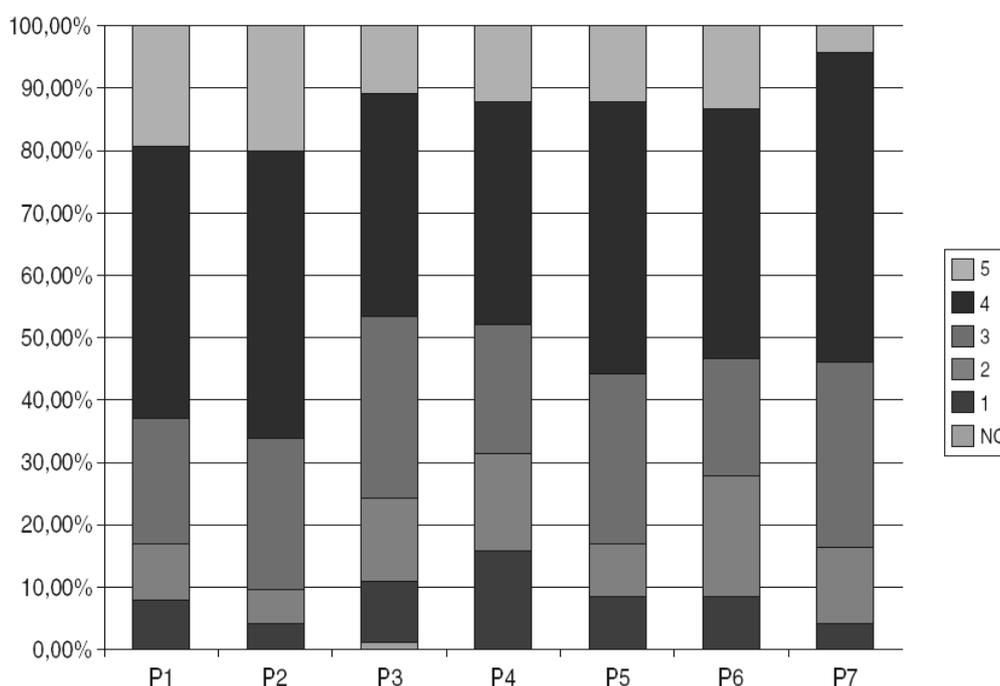


Figura 2. Resultados de la encuesta realizada a los alumnos.

4.2 Opiniones sobre las actividades

Para cada una de las actividades propuestas se preguntó a los alumnos su opinión sobre el tiempo disponible para realizarlas y sobre si estaban conformes con el criterio de evaluación. La Tabla 4. resume los resultados de estas preguntas².

| Actividad | Tiempo | | Evaluación | |
|------------------------|--------|------|------------|------|
| | >3 | <3 | >3 | <3 |
| Prácticas Laboratorio | 25% | 60% | 40% | 40% |
| Actividad Mapas | 55% | <30% | <40% | <45% |
| Actividad codificación | >60% | <20% | 70% | <15% |
| Prueba Evaluable 1 | 25% | 55% | 35% | 30% |
| Actividad Autómatas | <65% | 15% | <40% | 20% |
| Trabajo Memorias | 55% | >15% | >40% | >30% |
| Clases Magistrales | >60% | 5% | | |
| Clases Problemas | >20% | >40% | | |

Tabla 4. Valoración del tiempo y criterios de evaluación de las actividades realizadas.

² En la tabla no aparece la prueba evaluable 2 debido a que la encuesta se realizó antes de esa prueba.

Como puede deducirse de los datos mostrados en la tabla, lo peor valorado por los alumnos ha sido el tiempo disponible para realizar las prácticas de laboratorio así como la prueba evaluable 1. También el tiempo dedicado a problemas no le ha parecido suficiente al 40% de los alumnos, que también es una cifra significativa. En cuanto a la evaluación, las mayores disconformidades aparecen con la valoración de las prácticas de laboratorio y la actividad de mapas de Karnaugh. Mientras que aproximadamente un 30% muestra su disconformidad con la evaluación de la prueba evaluable 1 y el trabajo de memorias. En lo positivo, lo mejor valorado ha sido el tiempo disponible en varias de las actividades (codificación, autómatas, clases magistrales, etc.) y el criterio de evaluación de la actividad de codificación.

Comparando las valoraciones positivas y negativas de cada actividad para los dos parámetros analizados puede concluirse que será necesario revisar los aspectos siguientes para el próximo curso: (a) el tiempo dedicado a las prácticas de laboratorio, a la prueba evaluable 1 y a las clases de problemas y (b) los criterios de evaluación de las prácticas de laboratorio y de la actividad de mapas, puesto que aunque los porcentajes positivos y negativos son parejos, el 40% de valoraciones negativas es una cifra que conviene rebajar.

Además de las preguntas en las que se cuantificaba el grado de conformidad del alumno con el tiempo y el criterio de evaluación de cada actividad se realizaron también preguntas abiertas en las que los alumnos podían indicar las ventajas e inconvenientes que ellos percibían en las diferentes actividades realizadas. Las principales conclusiones, una vez analizados los resultados, son las siguientes:

- Sobre las prácticas de laboratorio, un 40% de los alumnos destacaron que era positivo poder comprobar los problemas de la realización práctica de los circuitos vistos en teoría. Sin embargo porcentajes próximos al 50% veían como desventaja el tiempo disponible para algunas prácticas y la dependencia del estado del material del laboratorio para conseguir un funcionamiento correcto del circuito montado.
- En las actividades de mapas de Karnaugh, codificación de números negativos y minimización de autómatas, más de la mitad de los alumnos coincidieron en indicar que contribuían a mejorar el aprendizaje. Los principales inconvenientes indicados se centraron básicamente en dos aspectos: no fue bien recibida la asignación “a dedo” de los grupos (porcentajes en torno al 12%) ni que la nota individual dependiese también de la aportación de los compañeros de grupo (porcentajes en torno al 44%, 20% y 25% respectivamente para cada actividad comentada). Es interesante comentar también que en el caso de las actividades de mapas y autómatas, en las que se resolvían ejercicios de forma competitiva, hubo críticas respecto a los “enfrentamientos” entre grupos (27% en la de mapas y 9% en la de autómatas). La diferencia de porcentaje entre ambas actividades se debe a un problema de entendimiento sobre como influían los fallos del

contrario en la nota final de la actividad, que fue subsanado en la actividad de autómatas.

- El 36% de los alumnos destacaron el trabajo tutelado sobre memorias como un buen sistema de aprendizaje. En la parte negativa hubo un 25% de alumnos que no estuvieron de acuerdo con el sistema de puntuación de este trabajo y en porcentajes menores al 15% se consideró negativa la presentación en público de los trabajos (ya fuese tener que hacerla o tener que acudir a presenciarla).

En resumen, la mayoría de los alumnos piensa que el nuevo sistema hace más sencilla la preparación de la asignatura y “obliga” a llevar la materia más al día. Los trabajos en grupo tuvieron una doble interpretación, por un lado hay un pequeño porcentaje que opina que el hecho de tener compañeros ayuda a aprender mejor y fomenta el compañerismo, mientras que la mayoría opina todo lo contrario, la existencia de compañeros que no se esfuerzan o no ponen interés y la influencia que esto tiene en la nota individual fue uno de los aspectos más criticados.

| Curso | Total | Presentados | Presentados/ Total | Aprobados | Aprobados/ Total | Aprobados/ Presentados |
|-------|-------|-------------|-----------------------|-----------|---------------------|---------------------------|
| 00/01 | 238 | 191 | 80,25% | 42 | 17,64% | 21,98% |
| 01/02 | 218 | 158 | 72,48% | 58 | 26,61% | 36,71% |
| 02/03 | 222 | 159 | 71,62% | 51 | 22,97% | 32,07% |
| 03/04 | 225 | 146 | 64,89% | 22 | 9,78% | 15,07% |
| 04/05 | 254 | 155 | 61,02% | 35 | 13,78% | 22,58% |
| 05/06 | 234 | 200 | 85,47% | 91 | 38,89% | 45,5% |

Tabla 5. Datos estadísticos correspondientes a la convocatoria de Febrero.

4.3 Resultados académicos

La Tabla resume los datos de matriculados, presentados y aprobados en la asignatura en los últimos 6 cursos (incluido el actual). Estos datos corresponden a la convocatoria de Febrero, que es la única que se ha realizado con el nuevo sistema y por lo tanto, la única que puede compararse con los datos anteriores.

El curso 2005/06 es en el que se aplicó el nuevo sistema y como puede comprobarse los datos más significativos son los siguientes:

- El porcentaje de presentados ha aumentado significativamente. De esto puede deducirse que los alumnos han acogido favorablemente la idea del trabajo y evaluación continuos a lo largo del cuatrimestre. El número de abandonos ha

sido reducido, lo cual también indica que la carga de trabajo ha estado bien repartida y no ha supuesto un problema para el seguimiento de la asignatura.

- El porcentaje de aprobados ha subido significativamente. Casi la mitad de los alumnos que han seguido la asignatura la han aprobado en Febrero. La conclusión parece obvia, a los alumnos les favorece el ir realizando actividades evaluables a lo largo del cuatrimestre frente al sistema anterior de realización de un examen único al final del mismo.

También es importante indicar en este punto que se obtuvo un alto porcentaje de aprobados (el 66,67% del total de matriculados y el 90,91% de los presentados) entre los alumnos que estaban matriculados en cuarta convocatoria o superior. De donde se deduce que el nuevo sistema aún beneficia más a aquellos alumnos que ya habían cursado la asignatura por el sistema tradicional y conocían de antemano sus contenidos.

5. Conclusiones

En este artículo se han presentado los principales cambios que se han realizado en la asignatura de Tecnología de Computadores para su adaptación al EEES. Se ha centrado su contenido en los aspectos de la aplicación práctica de los cambios y en la valoración de los resultados obtenidos, que han sido recogidos mediante encuestas realizadas a los alumnos.

Desde el punto de vista de los profesores los cambios han supuesto un importante esfuerzo de planificación de la asignatura, propuesta y preparación de actividades, coordinación, etc. La principal conclusión es que el nuevo sistema supone un mayor número de horas de dedicación que el anterior. Quizás esta dedicación pueda reducirse en los próximos cursos, ya que la preparación y realización de nuevas actividades por primera vez ha sido una de las tareas que más tiempo ha consumido. También el uso de algún entorno de gestión de cursos virtuales que permita la virtualización de la asignatura pueda mejorar este aspecto. Este es uno de los aspectos que se está pensando introducir en el próximo curso.

Otra conclusión importante está relacionada con el número de alumnos y profesores implicados en el proceso de adaptación. Con una asignatura en la que hay más de 200 matriculados todos los problemas debidos a la adaptación se ven magnificados. Es necesario planificar actividades de forma realista, que sean abordables con ese número de alumnos, que no supongan una carga excesiva para los profesores a la hora de prepararlas, coordinarlas y evaluarlas y para las que se disponga de los recursos necesarios. En este sentido un problema importante ha sido el de decidir cómo distribuir las actividades en un horario poco flexible.

Desde el punto de vista de los alumnos se ha mostrado que en general han aceptado favorablemente el nuevo sistema, han valorado positivamente aspectos como la evaluación continua, la motivación para llevar la asignatura al día y que el nuevo sistema facilite el aprendizaje por medio de la realización de actividades. Las principales críticas se han centrado en aspectos puntuales de algunas actividades y en la valoración de los trabajos en grupo, en los que la influencia que tenía en la nota individual la implicación de los compañeros durante la realización de las actividades ha sido muy criticada. Esto no debe considerarse como una crítica genérica a la realización de trabajos en grupo, sino a la forma en que se desarrollaron los realizados durante el cuatrimestre y que será necesario revisar para el próximo curso.

En cuanto a los resultados académicos han sido claramente positivos. Se ha incrementado significativamente tanto el número de presentados como el de aprobados. En la encuesta realizada casi la mitad de los alumnos afirmaban que sí consideraban que con este sistema era más fácil aprobar, y los resultados así parecen indicarlo. Lo más positivo en este aspecto es que los alumnos pueden ir obteniendo resultados a medida que preparan la asignatura y no únicamente al enfrentarse a un único examen final sobre toda la materia.

6. Referencias

- ANECA (Agencia Nacional de Evaluación de la Calidad y Acreditación, 2005). *Libro Blanco. Título de Grado en Ingeniería Informática*. http://www.aneca.es/modal_eval/docs/libroblanco_jun05_informatica.pdf
- Aronson, E., y Patnoe, S. (1997). *The jigsaw classroom: Building cooperation in the classroom (2nd ed.)*. New York: Addison Wesley Longman.
- Campos, J., Casanovas, J., Colom, J. M., Martín, G., Martínez, J., Pont, A., Puigjaner, R., Robles, A. y Ribera, M. (2002). *Informe sobre la adaptación de los estudios de las ingenierías en Informática a la declaración de Bolonia*.
- MEC (Ministerio de Educación, Cultura y Deporte, 2003). *Documento Marco: Integración del Sistema Universitario Español en el Espacio Europeo de Enseñanza Superior*.
- UDC (Universidad de A Coruña, 2005a). *Proyecto GADDU: Guía de Armonización para el Diseño de la Docencia Universitaria. Descripción de la Guía Docente (en gallego)*. <http://www.udc.es/ees/es/acciones/udc.asp>
- UDC (Universidad de A Coruña, 2005b). *Proyecto GADDU: Guía de Armonización para el Diseño de la Docencia Universitaria. Guía de Ayudas Pedagógicas*. <http://www.udc.es/ees/es/acciones/udc.asp>

Zabalza, M. A. (2004). *Guía para la planificación didáctica de la docencia universitaria en el marco del EEES (Guía de Guías)*. <http://www.unavarra.es/conocer/calidad/pdf/guiaplan.pdf>

