

ANÁLISIS DE LA ASIGNATURA “FUNDAMENTOS DE SISTEMAS DIGITALES” A TRAVÉS DE PÁGINAS WEB DOCENTES

I. PLAZA¹, J.A. MORENO, C. MEDRANO¹ Y T. POLLÁN²

¹Grupo EduQTech. EUPT Universidad de Zaragoza. Teruel. iplaza@unizar.es

²Grupo EduQTech. EUTIZ. Universidad de Zaragoza. Zaragoza. tpollan@unizar.es

Se presenta el análisis de una asignatura en diversas universidades a través de la información contenida en sus páginas Web. De este modo, se buscan obtener conclusiones sobre el grado de homogeneidad en objetivos, contenidos y método de impartición, que sirvan como punto de reflexión en el contexto de la reforma de titulaciones y métodos en el espacio europeo de enseñanza superior. Aunque el estudio realizado se ciñe a una asignatura, las conclusiones podrían ser extrapolables a otras materias.

1. Introducción.

La Declaración de Bolonia de junio de 1999 aboga por la creación, para el año 2010, de un espacio europeo de enseñanza superior coherente, compatible y competente [1]. Desde entonces, diferentes universidades y gobiernos han comenzado a trabajar en la definición de un sistema de titulaciones fácilmente reconocibles y comparables, en la adopción de un sistema basado en dos ciclos y en el establecimiento de un sistema de créditos [2].

Sin embargo, todavía queda un gran camino por recorrer para concretar estas ideas en lo que respecta a la definición de materias específicas. Actualmente, cuando un profesor debe abordar la elaboración del proyecto docente o mejorar la calidad de la asignatura que está impartiendo, debe apoyarse en la descripción que de la misma se haya definido en el correspondiente plan de estudios. La mayoría de los descriptores son muy genéricos, por lo que la concreción de los mismos queda a la elección de los propios docentes o del área.

En el presente estudio, nos hemos propuesto comprobar el grado de homogeneidad existente en España a la hora de impartir una determinada materia. De este modo, buscamos obtener conclusiones sobre la misma y servir como preparación para la reforma de las titulaciones y las asignaturas que se está haciendo en el marco del espacio europeo de educación superior.

La metodología seleccionada ha consistido en la consulta de las páginas Web docentes correspondientes a la asignatura seleccionada elaboradas por los propios docentes o, en su defecto, las de la universidad en la que se imparte.

Aunque este método de trabajo puede ofrecer una visión parcial y no siempre actualizada, permite comprobar el grado de utilización de las páginas Web por los docentes a la par que la obtención de la información de una manera más rápida y con un mayor número de resultados que los obtenidos utilizando otros tipos de recursos (por ejemplo, encuestas a través de correo).

Si bien el análisis tiene un carácter orientativo y no exhaustivo, puede servir como fuente de información para establecer una panorámica general de la docencia de esta materia en las universidades españolas.

En concreto, hemos escogido una asignatura básica de carácter introductorio sobre electrónica digital: “Fundamentos de Sistemas Digitales” (FSD), que se imparte en el primer curso de Ingeniería Técnica en Informática de Gestión en la EU Politécnica de Teruel. Esta materia, de carácter teórico – práctico tiene asignada una carga de 5 créditos ECTS (40 horas teóricas, 20 de prácticas). Es de tipo

troncal y la imparte profesorado del Dpto. de Ingeniería Electrónica y Comunicaciones. La descripción que de ella hace el BOE es: Electrónica. Sistemas Digitales [3] y [4].

Para abordar su análisis, el resto del documento se ha estructurado en los siguientes apartados:

- En el apartado 2 describiremos las páginas Web consultadas, proponiendo una clasificación de las mismas.
- A raíz de la clasificación previa, centraremos nuestro estudio en un tipo de asignaturas, lo que permitirá extraer un temario teórico – práctico común y el conjunto de referencias bibliográficas más utilizadas.
- En los apartados 5 y 6 se analiza la metodología docente y los diferentes métodos de evaluación encontrados.
- Finalmente se presentan unas conclusiones globales del trabajo realizado.

2. Impartición en España

Para conocer la situación de asignaturas análogas en España se han consultado 122 sitios Web de diferentes ingenierías informáticas (tanto superiores como técnicas – y, dentro de estas últimas, en las dos especialidades de gestión o de sistemas) [5].

Las páginas Web de las universidades consultadas se han incluido en la sección de referencias bibliográficas.

Con las 123 páginas, se podría establecer la siguiente clasificación:

1. Titulaciones en las que se imparte la asignatura de Fundamentos de Sistemas Digitales u otra de similar contenido (podemos encontrar diferentes denominaciones: Electrónica Digital, Sistemas Digitales, Diseño de sistemas digitales u otras variantes).
2. Titulaciones en las que encontramos como asignatura equivalente Tecnología de computadores, Fundamentos de computadores, Computadores u otra similar.
3. Titulaciones sin correspondencia con Fundamentos de Sistemas Digitales.

En la figura 1 se muestra el porcentaje que supone cada tipo en el total de las 122 titulaciones consultadas.

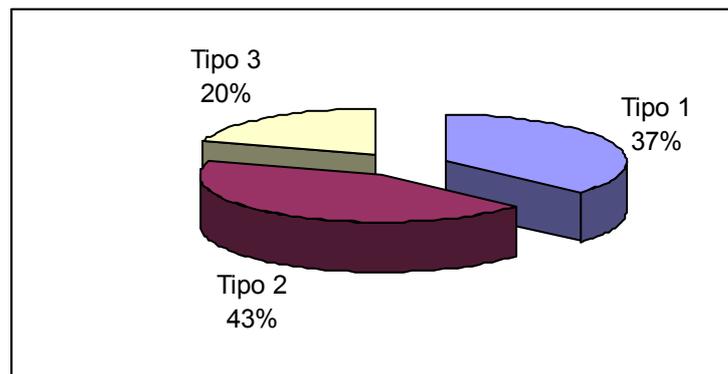


Figura 1. Clasificación de las páginas Web analizadas.

Tipo 1 – Se imparte Fundamentos de sistemas digitales o similares.

Tipo 2 – No se imparte pero se encuentra Tecnología de computadores o similares.

Tipo 3 – Sin correspondencia.

La tabla 1 recoge el perfil de las dos primeras clases, indicando si se trata de:

- Titulación: Licenciatura, Ingeniería técnica de sistemas o de gestión.
- Duración: cuatrimestral o anual.
- Curso de impartición.

TIPO	TITULACIÓN			DURACIÓN			CURSO	
	Licenciatura	Técnica Gestión	Técnica Sistemas	Cuatrim-estral	Anual	Trimestral	1º	2º
1	10	14	20	41	3	---	35	9
2	17	21	15	25	26	2	50	3
Total	27	35	35	66	29	2	85	12

Tabla 1. Perfil de los dos primeros tipos estudiados.

Tipo 1 – Se imparte Fundamentos de sistemas digitales o similares.

Tipo 2 – No se imparte pero se encuentra Tecnología de computadores o similares.

3. Temario teórico y práctico

Para intentar centrar el estudio, se han seleccionado las páginas Web correspondientes al primer tipo de carácter cuatrimestral.

Como primer paso, se han analizado los temarios teóricos y prácticos.

- *Teoría:* es posible delimitar un cuerpo de contenidos “comunes”, dividido en tres grandes bloques:
 - o “Conceptos previos y lógica proposicional”,
 - o “Análisis y síntesis de sistemas combinatoriales” y
 - o “Sistemas secuenciales”.

En la tabla 2 intentamos resumir los temas que podrían incluirse en esta programación común.

	Descripción módulo	Temario
I	Conceptos previos y lógica proposicional	<p>Tema 1: <i>Introducción a los sistemas digitales.</i> Conceptos generales sobre sistemas. Subsistemas. Ventajas e inconvenientes de los sistemas digitales.</p> <p>Tema 2: <i>Sistemas de numeración.</i> Definición de sistema de numeración. Sistemas basados en la representación posicional: Sistema binario // Sistema octal // Sistema hexadecimal. Representación de los números enteros. Complemento a la base. Complemento a dos. Operaciones con números en complemento a dos. Representación de los números fraccionarios: Coma fija // Coma flotante.</p>

	Descripción módulo	Temario
		<p>Tema 3: <i>Codificación de la información.</i> Definición de información. Definición de código. Códigos binarios. Códigos continuos y cíclicos: Gray y Johnson. Códigos decimales codificados en binario (BCD). Códigos alfanuméricos: ASCII y EBCDIC. Códigos detectores de error. Características generales.</p> <p>Tema 4: <i>Álgebra de Boole.</i> Fundamentos y definiciones. Aplicación a los circuitos digitales. Algebra de conmutación. Variables booleanas. Funciones booleanas: Definición // Formas de representación // Funciones lógicas básicas. Introducción a las puertas lógicas básicas // Conjuntos funcionalmente completos. Suficiencia de las funciones NAND y NOR.</p> <p>Tema 5: <i>Simplificación de funciones booleanas.</i> Funciones equivalentes. Introducción teórica a la simplificación de funciones. Métodos de simplificación.</p> <p>Tema 6: <i>Introducción a la caracterización y tecnologías de circuitos digitales integrados.</i> Características generales de los circuitos integrados digitales. Niveles de integración.</p>
II	Análisis y síntesis de sistemas combinacionales	<p>Tema 7: <i>Análisis y síntesis de sistemas combinacionales.</i> Definición de sistema combinacional. Configuración a partir de puertas lógicas. Análisis de circuitos combinacionales. Síntesis de circuitos combinacionales. Circuitos más comunes: Codificadores // Decodificadores. Implementación de funciones // Multiplexores // Demultiplexores // Comparadores. Asociación serie.</p> <p>Tema 8: <i>Sistemas combinacionales aritméticos.</i> Sumadores binarios. Circuitos sumadores/restadores: En complemento a uno // En complemento a dos. Unidad Aritmético-Lógica (ALU) combinacional: Conexión.</p>
III	Sistemas Secuenciales	<p>Tema 9: <i>Sistemas secuenciales. Biestables.</i> Elementos de memoria: Biestables. Clasificación. Aplicaciones de los biestables.</p>
III	Sistemas Secuenciales	<p>Tema 10: <i>Sistemas secuenciales síncronos. Registros y contadores.</i> Definición de sistema secuencial: Estructura // Estados // Función de salida // Función de transición de estados. Estructuras de Moore y Mealy. Registros de desplazamiento. Aplicaciones de los registros. Contadores. - Contadores asíncronos: Características generales // Contadores asíncronos módulo N // Contador de décadas // Contadores asíncronos bidireccionales. - Contadores síncronos: Características generales // Contadores síncronos módulo N // Contador de décadas // - Contadores síncronos bidireccionales</p> <p>Tema 11: <i>Memorias. Circuitos lógicos programables.</i> Parámetros fundamentales de las memorias. Clasificaciones. Estructura general de una memoria RAM semiconductor. Memorias RAM sólo de lectura (ROM): Tipos // Aplicaciones. Memorias RAM de lectura y escritura: Tipos // Aplicaciones. Señales de control. Características de conmutación. Diseño de circuitos con memorias ROM: Dispositivos lógicos programables: Estructura // Extensión de entradas, productos y salidas // Introducción al diseño con PLD.</p>

Tabla 2. Temario “común” de las diferentes universidades.

- *Prácticas:* al igual que sucede con la teoría, es posible extraer un conjunto de prácticas “comunes” en lo que respecta a la temática a tratar, prácticas que podrían dividirse en 7 sesiones:

Práctica 1.- Introducción. Algebras de Boole binarias.

Práctica 2.- Puertas Lógicas.

Práctica 3.- Circuitos Combinacionales.

Práctica 4.- El Multiplexor y el Decodificador.

Práctica 5.- Circuitos Aritméticos.

Práctica 6.- Sistemas Secuenciales.

Práctica 7.- Circuitos Secuenciales, Registros y Contadores.

4. Bibliografía

Al igual que sucede con la parte práctica, la bibliografía recomendada difiere mucho de unos centros a otros. Después de analizar el número de veces que se recomiendan, podríamos definir el más texto más usado y elaborar la lista de los “10 principales”:

El más usado a nivel nacional:

- Floyd T.L. (1996) “Fundamentos de sistemas digitales”. Editorial Prentice Hall.

Lista de los “10 Principales”:

- Gajski D. (1997) “Principios de diseño digital”. Editorial Prentice-Hall.
- Hayes J. P. (1996) “Diseño lógico digital”. Editorial Addison-Wesley. Iberoamericana.
- Lloris A., Prieto A. (2003) “Diseño Lógico”. Editorial Mc Graw Hill.
- Malvino (1993) “Principios y aplicaciones digitales”. Ed. Marcombo – Boixareu.
- Mandado E. (1992) “Sistemas electrónicos digitales”. Editorial Marcombo.
- Nelson V. P. (1997) “Análisis y Diseño de Circuitos Lógicos Digitales”. Editorial Prentice Hall.
- Taub H. (1988) “Circuitos digitales y microprocesadores”. Editorial McGraw-Hill.
- Tocci R. J., (1996) “Sistemas digitales: principios y aplicaciones”. Editorial Prentice Hall.
- Tokheim R. L. 1995. “Principios digitales”. Editorial McGraw-Hill.
- Wakerly J. F. (1999) “Digital Design, Principles and Practices”, Tercera edición. Editorial Prentice-Hall.

Respecto a la utilización que se realiza de la bibliografía, la mayoría de los profesores recomienda a sus alumnos consultar entre 5 y 10 textos de referencia (ver figura 2), no indicando en la mayoría de los casos cuales de ellos son de carácter básico y cuales de ampliación (ver figura 3).

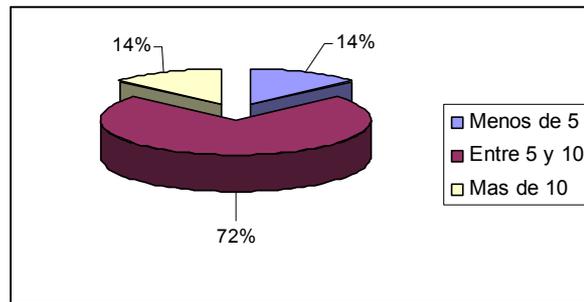


Figura 2. Número de textos recomendados por los profesores.

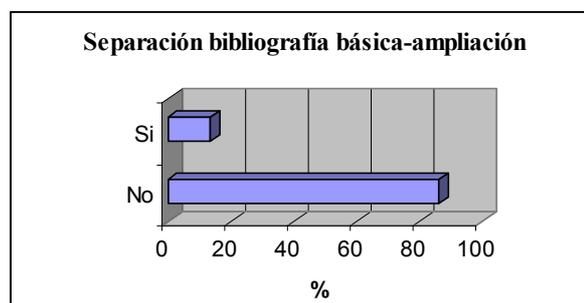


Figura 3. Porcentaje de asignaturas en las que se indica diferencia entre la bibliografía básica y los textos de ampliación. **Si:** existe indicación por parte del profesorado. **No:** no se diferencia.

5. Metodología

Después de analizar las diferentes páginas Web, podemos concluir que es destacable la gran diversidad de opciones descubiertas a la hora de definir la metodología de trabajo, principalmente en lo que concierne a la parte práctica de la asignatura.

En concreto, como complemento a las clases de teoría encontramos diferentes opciones:

- Resolución de problemas por parte de los alumnos.
- Realización de prácticas de simulación con diferentes tipos de herramientas (por ejemplo Orcad, Electronic Workbench, LogicWorks) o herramientas que permitan la simulación de VHDL.
- Implementación de circuitos en el laboratorio.

Hemos podido encontrar casos en que los docentes eligen una sola de las anteriores opciones o una combinación de las mismas.

Obviamente, esta elección va a repercutir en la definición del método de evaluación, tal y como se detalla en el siguiente apartado.

6. Evaluación

A la hora de evaluar, las variantes encontradas podrían clasificarse en dos tipos:

- Evaluación completa: consiste en una prueba o conjunto de pruebas que el alumno debe resolver en un único día.
- Evaluación continua: consiste en la suma de las calificaciones obtenidas por los estudiantes en diferentes tipos de pruebas desarrolladas por los alumnos a lo largo del periodo temporal que dura la asignatura. Por ejemplo: trabajos de simulación, resolución de prácticas en el laboratorio, resolución de problemas, examen final al que se suman otras calificaciones...

La figura 4 muestra el porcentaje de asignaturas en las que se han encontrado alguno de estos métodos de evaluación. La columna denominada “ambos” hace referencia a materias en las que el alumno puede elegir por una evaluación continuada o completa.

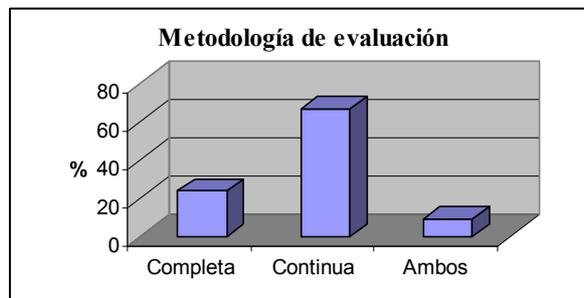


Figura 4. Tipo de evaluación.

En general, los docentes optan por realizar una evaluación continuada. Cabe destacar que en el 100% de los casos analizados, se plantea la resolución de un examen final de carácter teórico – práctico, puntuado entre un 45% y un 90% (en este último caso se podría hablar de evaluación casi-completa).

La entrega de trabajos no suele puntuarse con nota superior al 20% de la calificación final.

7. Conclusiones

La definición de un sistema de titulaciones y de materias fácilmente reconocibles y comparables implica establecer un sistema de descriptores comunes sobre el contenido de las materias involucradas. Esto puede ser suficiente para establecer un marco de trabajo en lo que respecta a los contenidos (definición de temario teórico y conjunto de prácticas); sin embargo, si se desea que la metodología también sea comparable, deberán marcarse líneas más concretas que permitan guiar a los docentes a la hora de seleccionar el método y las herramientas de trabajo a elegir.

Por otra parte, tras el estudio realizado, se comprueba que son pocos los sitios Web en los que se encuentra un análisis de conversión a créditos ECTS; cabe suponer que la mayoría de docentes no ha abordado este proceso y están, más bien, a la expectativa frente a los nuevos cambios que se avecinan.

El aspecto donde puede percibirse una mayor renovación metodológica es en la evaluación. Aunque pocos profesores definen su sistema como “evaluación continuada”, se podría considerar que la aplican parcialmente en la medida en que califican el trabajo de prácticas según van siendo realizadas o informadas por los alumnos.

Finalmente destacar que tras el análisis realizado, consideramos que la página Web no está siendo un recurso docente bien aprovechado por los profesores, ya que en la mayoría de los casos se encuentran grandes lagunas en el suministro de la información.

Nuestro trabajo no ha pretendido en modo alguno realizar un análisis exhaustivo, sino aportar una llamada de atención y un punto de encuentro para la reflexión y el debate.

Agradecimientos

Queremos expresar nuestro agradecimiento al Ministerio de Educación y Ciencia por su apoyo parcial a la presentación de este trabajo a través de la red temática del Capítulo Español de la Sociedad de la Educación del IEEE (TSI2005-24068-E).

Referencias

- [1] http://www.bologna-berlin2003.de/pdf/bologna_declaration.pdf. Página web del texto correspondiente a la “Declaración de Bolonia”. Fecha última consulta: enero 2006.
- [2] http://europa.eu.int/comm/education/policies/educ/tuning/tuning_es.html. Página web de la Comisión Europea en la que se describe el Proyecto Tuning. Fecha última visita: enero 2006.
- [3] Univ. Zaragoza, “Resolución de 10 de diciembre de 1999, de la Universidad de Zaragoza, por la que se hace público el plan de estudios conducente a la obtención del título de Ingeniero Técnico en Informática de Gestión, a impartir en la Escuela Universitaria Politécnica de Teruel de esta Universidad.” Boletín Oficial del Estado (BOE) de 7 de enero, pp. 563-568.
- [4] EUPT “Guía informativa” Escuela Universitaria Politécnica de Teruel. Curso 2004-2005. Universidad de Zaragoza. <http://eupt.unizar.es>. Página web de la EU Politécnica de Teruel. Fecha última visita: febrero 2006.
- [5] J.A. Moreno, “Indicadores de calidad en asignaturas de Tecnología Electrónica”. Trabajo fin de carrera. E.U. Politécnica de Teruel. Dirección: Inmaculada Plaza. 2005.

Páginas Web de las universidades consultadas:

- Alcalá de Henares. <http://www.uah.es/>. Fecha última visita: agosto 2005.
- Alfonso X El Sabio. <http://www.uax.es/indice.htm>. Fecha última visita: agosto 2005.
- Antonio Nebrija. <http://www.nebrija.com/>. Fecha última visita: agosto 2005.
- Autónoma Barcelona. <http://www.uab.es>. Fecha última visita: agosto 2005.
- Autónoma Madrid. <http://www.uam.es/>. Fecha última visita: agosto 2005.
- Barcelona. <http://www.ub.edu/homeub/welcome.html>. Fecha última visita: agosto 2005.
- Burgos. <http://www.ubu.es/>. Fecha última visita: agosto 2005.
- Cádiz. <http://www.uca.es/>. Fecha última visita: agosto 2005.
- Cantabria. <http://www.unican.es/WebUC/Internet/default.htm>. Fecha última visita: agosto 2005.
- Cardenal Herrera- CEU <http://www.uch.ceu.es/principal/inicio.asp?menusuperior=>. Fecha última visita: agosto 2005.
- Carlos III. <http://www.uc3m.es/>. Fecha última visita: agosto 2005.
- Castilla La Mancha. <http://www.uclm.es/>. Fecha última visita: agosto 2005.
- Católica de San Antonio <http://www.ucam.edu/index800.htm>. Fecha última visita: agosto 2005.
- Católica de Ávila. <http://www.ucavila.es/>. Fecha última visita: agosto 2005.
- Complutense de Madrid. <http://www.ucm.es/info/ucmp/index.php>. Fecha última visita: agosto 2005.
- Córdoba. <http://www.uco.es/>. Fecha última visita: agosto 2005.
- Deusto. <http://www.deusto.es/>. Fecha última visita: agosto 2005.
- Europea de Madrid. <http://www.uem.es/>. Fecha última visita: agosto 2005.
- Extremadura. <http://www.unex.es/> Fecha última visita: agosto 2005.
- Francisco Vitoria. <http://www.fvitoria.com/> Fecha última visita: agosto 2005.
- Girona. <http://www.udg.es/>. Fecha última visita: agosto 2005.

- Granada. <http://www.ugr.es/>. Fecha última visita: agosto 2005.
- Huelva. <http://www.uhu.es/>. Fecha última visita: agosto 2005.
- Internacional de Cataluña. <http://www.unica.edu/>. Fecha última visita: agosto 2005.
- Islas Baleares. <http://www.uib.es/>. Fecha última visita: agosto 2005.
- Jaén. <http://www.ujaen.es/>. Fecha última visita: agosto 2005.
- Jaime I. <http://www.uji.es/>. Fecha última visita: agosto 2005.
- La Coruña. <http://www.udc.es/principal/ga/>. Fecha última visita: agosto 2005.
- La Laguna. www.ull.es . Fecha última visita: agosto 2005.
- Las Palmas <http://www.ulpgc.es/>. Fecha última visita: agosto 2005.
- León. <http://www.unileon.es> . Fecha última visita: agosto 2005.
- Lleida. <http://www.udl.es/ca.html>. Fecha última visita: agosto 2005.
- Málaga. <http://www.uma.es/>. Fecha última visita: agosto 2005.
- Mondragón. <http://www.mondragon.edu/pub/cast/>. Fecha visita: agosto 2005.
- Miguel Hernández. <http://www.umh.es/>. Fecha última visita: agosto 2005.
- Murcia. <http://www.um.es/>. Fecha última visita: agosto 2005.
- Oberta de Cataluña. <http://www.uoc.es/>. Fecha última visita: agosto 2005.
- Oviedo. <http://www.uniovi.es/>. Fecha última visita: agosto 2005.
- País Vasco. <http://www.ehu.es/>. Fecha última visita: agosto 2005.
- Politécnica de Cataluña. <http://www.upc.es/>. Fecha última visita: agosto 2005.
- Politécnica de Madrid. <http://www.upm.es/>. Fecha última visita: agosto 2005.
- Politécnica de Valencia. <http://www.upv.es/>. Fecha última visita: agosto 2005.
- Pompeu Fabra. <http://www.upf.es/>. Fecha última visita: agosto 2005.
- Pontificia Madrid. <http://www.upcomillas.es/webcorporativo/default.asp>. Fecha última visita: agosto 2005.
- Pontificia de Salamanca. <http://www.upsa.es/>. Fecha última visita: agosto 2005.
- Pública Navarra. <http://www.unavarra.es/>. Fecha última visita: agosto 2005.
- Ramón Llul. <http://www.url.es/>. Fecha última visita: agosto 2005.
- Rey Juan Carlos. www.urjc.es. Fecha última visita: agosto 2005.
- Rovira. <http://www.urv.net/home/home.htm>. Fecha última visita: agosto 2005.
- Salamanca. <http://www.usal.es/web-usal/>. Fecha última visita: agosto 2005.
- San Pablo. <http://www.ceu.es/default.asp>. Fecha última visita: agosto 2005.
- Santiago de Compostela. <http://www.usc.es/>. Fecha última visita: agosto 2005.
- Sevilla. <http://www.us.es/>. Fecha última visita: agosto 2005.
- UNED. <http://www.uned.es/webuned/home.htm>. Fecha última visita: agosto 2005.

- Valencia. <http://www.uv.es/~webuv/>. Fecha última visita: agosto 2005.
- Valladolid. <http://www.uva.es/>. Fecha última visita: agosto 2005.
- Vic. <http://www.uvic.es/ca/inici.html>. Fecha última visita: agosto 2005.
- Vigo. <http://www.uvigo.es/>. Fecha última visita: agosto 2005.