

Para citar este artículo:

Arias, J.; Gutiérrez, P. e Hidalgo, V. (2006). Experiencia docente en la asignatura "Redes de Computadores" en la Universidad de Extremadura, *Revista Latinoamericana de Tecnología Educativa*, 5 (2), 223-233. [http://www.unex.es/didactica/RELATEC/sumario_5_2.htm]

Experiencia docente en la asignatura "Redes de Computadores" en la Universidad de Extremadura.

Juan Arias Masa
Prudencia Gutiérrez Esteban
Violeta Hidalgo

Centro Universitario de Mérida
C/ Santa Teresa de Jornet, 38
06800 - Mérida - España

Facultad de Educación
Avda. de Elvas s/n
06071 - Badajoz - España

Universidad de Extremadura

Email: jarias@unex.es; pruden@unex.es; vhidalgo@unex.es

Resumen: La metodología empleada en la docencia de la asignatura "Redes de Computadores" en la titulación de Ingeniería Técnica de Telecomunicación, especialidad en Telemática, en el Centro Universitario de Mérida de la Universidad de Extremadura puede considerarse como novedosa con respecto a cómo se imparte habitualmente la docencia en la Universidad. La filosofía que se sigue básicamente en la clase magistral, corresponde a la máxima "oigo y olvido, veo y recuerdo pero hago y aprendo". Para ello, el alumnado dispone a través de una Web, de todo el material de la asignatura, tanto contenidos teóricos como prácticos, que aumentan a medida que avanza el curso. El uso de las Nuevas Tecnologías aplicadas a la docencia, facilita el aprendizaje tanto dentro como fuera del aula, así como la adecuada elaboración y distribución de los contenidos teóricos que servirán de apoyo a la docencia.

Palabras clave: Redes de Computadores, Docencia en la Universidad, Metodología, Enseñanza-aprendizaje, Nuevas Tecnologías.

Abstract: The methodology used on teaching "Net Computers", as a subject in Telecommunication Engineer Studies, speciality Telematic, in the University Centre of Mérida at the University of Extremadura, can be seen as original, respect to the methodology usually applied for teaching at the University. Traditionally the method has been used is "skilful class", belonging to "I heard and I forgot, I see and I remember but I learn doing". Hence, students have through a web page, all the contents of this subject, as theoretical as practical contents, which are increased as the course carries on. Using New Technologies applied to teaching makes easier learning within and outside the class, whereas an appropriate making and distribution of theoretical contents which will give on support of teaching.

Keywords: Computers Net, Teaching at university, teaching-learning, methodology, new technologies.

1. Introducción

El proceso de enseñanza-aprendizaje en la asignatura "Redes de Computadores" es complejo, dado que se debe partir de un grado de abstracción necesaria para entender la conveniencia de una comunicación nivelada según el modelo OSI1 de la ISO2 (hasta su implementación práctica). En consecuencia, como docentes debemos facilitar ese proceso apoyándonos en los recursos disponibles, y entre ellos, en el uso de las Nuevas Tecnologías (Arias, Martínez y Martín, 2003, Arias y Martínez Bravo, 2002, Gutiérrez et. al., 2005, Arias et. al., 2006) que aportan ventajas sustanciales tal y como se pone de manifiesto en este artículo. Dicha asignatura, es materia Troncal en la titulación de Ingeniería Técnica de Telecomunicación, especialidad en Telemática (en adelante, ITTT) impartida en el Centro Universitario de Mérida (<http://cum.unex.es>) en la Universidad de Extremadura (<http://www.unex.es>). Se imparte en el segundo curso de la titulación y es de carácter anual, con una carga docente repartida en 4,5 créditos teóricos y 4,5 créditos prácticos. Por lo que en consecuencia, la distribución semanal horaria es de una hora y media para contenidos en su mayoría teóricos y una hora y media dedicada al desarrollo de contenidos meramente prácticos.

1. Objetivos didácticos y de aprendizaje

El objetivo general de la asignatura es:

- Conocer la aplicación de las herramientas teóricas y prácticas usadas en el desarrollo de las redes de computadores.

¹ Organización de Estándares Internacionales

² Interconexión de Sistemas Abiertos

Este objetivo general da lugar a los siguientes objetivos específicos:

- Conocer la necesidad de realizar el control de todos los aspectos de la comunicación (identificaciones, intercambios ordenados, corrección de errores, etc.).
- Entender la necesidad del encaminamiento en redes complejas.
- Conocer la interconexión de sistemas abiertos.
- Analizar las funciones y posibilidades de los niveles de red y transporte del modelo estándar RM-OSI y el modelo de facto TCP/IP (Stalling, 2002 y Tanenbaum, 2002).
- Adquirir un conocimiento crítico de las redes de computadores, de las dificultades en su diseño y de la implementación e implantación en puntos como los siguientes: interconexión maestro-esclavo; interconexión igual-igual e interconexión clientes-servidor.
- Fomentar la capacidad del trabajo en equipo, como forma imprescindible para la comunicación en las redes de computadores.
- Valorar la asignatura, sus contenidos, los métodos empleados y la labor docente.

2. Contenidos de la asignatura

A partir de los objetivos planteados en el apartado anterior, los contenidos teóricos y prácticos impartidos para alcanzar los objetivos propuestos son los que aparecen más abajo. Aunque aparecen mostrados como una lista secuencial, están perfectamente integrados e interrelacionados en su conjunto, así como secuenciados. No se podrían impartir unos sin los otros, dado que son totalmente complementarios:

- Tema 1. Conceptos básicos.
- Tema 2. Resumen del nivel de enlace.
- Tema 3. Introducción a *Ethernet*.
- Tema 4. *Packet Drivers*.
- Tema 5. Introducción al nivel de red.
- Tema 6. Encaminamiento.
- Tema 7. Congestión.
- Tema 8. Interconexión de redes.
- Tema 9. Direccionamiento.
- Tema 10. Ejemplo del nivel de red (IP).
- Tema 11. ARP.
- Tema 12. ICMP.
- Tema 13. Introducción al nivel de
- Tema 14. UDP.
- Tema 15. TCP.
- Práctica 1. Introducción al entorno de desarrollo.
- Práctica 2. Ejemplo de programación de *Packet Drivers*.
- Práctica 3. Chat elemental sobre *Packet Drivers* de *Ethernet*.
- Práctica 4. Protocolo AD1 sobre *Packet Drivers*.
- Práctica 5. Análisis de paquetes IP.
- Práctica 6. Protocolo ARP.
- Práctica 7. Módulo ICMP-UDP-IP.

transporte.

3. Estructura y presentación de la asignatura

Como hemos indicado, la temporalidad anual de esta asignatura se encuadra en el segundo curso de la titulación de Ingeniería Técnica en Telecomunicaciones. En concreto, los contenidos expuestos en el apartado anterior, sirven de frontera entre los niveles *Físico* y *Enlace* (niveles inferiores) de la torre OSI de la ISO y los niveles de *Sesión*, *Presentación* y *Aplicación* (niveles superiores). Sin embargo, se comienza el curso con un repaso del nivel de enlace dado que las primeras prácticas que se realizan están orientadas a manejar conceptos de partida necesarios. Dos son las razones fundamentales de tal hecho. En primer lugar, en el curso anterior en el cual también ejercemos docencia, no contamos con tiempo suficiente como para abordar una práctica de nivel de enlace, puesto que dicho nivel se explica al final del mismo. Además, la capacitación y destrezas en programación que el alumnado adquiere, principalmente durante el segundo cuatrimestre, continúan siendo insuficientes. En segundo lugar, las similitudes que existen entre el nivel de enlace y el de transporte, hacen que sea muy interesante y eficaz la visión que el alumnado adquiera de dichos niveles programando un protocolo relativamente simple, el protocolo AD13 (Arias y Díaz, 1992), pero a la vez completo, en cuanto a todas las fases de un servicio orientado a la conexión, a saber: establecimiento, transferencia y liberación. Para la programación de dicho protocolo, así como del resto de prácticas que el alumnado realiza, utilizamos los Packet Drivers⁴ de las tarjetas Ethernet instaladas en los PC del laboratorio.

Tras el repaso de los conocimientos correspondientes al nivel de enlace, seguidamente se estudia el nivel de red, dedicando la mayor parte del tiempo, por su complejidad e interés, al contenido relacionado con el encaminamiento. Ello incluye la programación de los algoritmos voraces que resuelven la obtención de la ruta más corta, así como una simulación del encaminamiento por estado del enlace. Seguidamente, particularizamos el estudio del nivel de red sobre IP, construyendo un espía de paquetes IP (*sniffer*) utilizando para ello de nuevo los *Packet Drivers*, de forma que el alumnado pueda interactuar con una red en tiempo real. Hay que destacar en este sentido, el descubrimiento por parte del alumnado cuando, de manera tangible, puede observar la información que circula por la red. Por ejemplo, cuando en un PC se está utilizando un navegador de Internet para conectarse a algún servidor Web, y en otro PC conectado también a la red se está ejecutando el espía de paquetes IP. A continuación, se programan los protocolos ARP e ICMP, para demostrar al alumnado la utilidad de los mismos en el nivel de red IP, interactuando desde su PC con otros PCs del laboratorio y por ende, del mundo en tiempo real. Por último, se aborda el nivel de transporte, para el cual, la programa-

³ Protocolo simple de Parada y Espera.

⁴ Controladores de las tarjetas de red necesarios para las librerías de comunicaciones de Windows.

ción de este nivel se limita a un ejemplo del protocolo UDP, dado la mayor complejidad del protocolo TCP y la falta de tiempo disponible. No obstante, el alumnado recibe asimismo, los contenidos teóricos necesarios para que en el tercer curso, se pueda abordar, en la asignatura de “Aplicaciones Telemáticas”, la programación de aplicaciones de basadas en sockets⁵, bajo el modelo cliente-servidor (<http://arias.unex.es>).

4. Modelo de enseñanza-aprendizaje en “Redes de Computadores”

Las clases de esta asignatura, esto es, el desarrollo de los contenidos tanto teóricos como prácticos, tienen lugar en un laboratorio de informática, donde cada alumno o alumna tiene a su disposición un PC compatible con conexión a Internet. De este modo, el alumnado tiene acceso permanente a todos los contenidos de la asignatura alojados en un servidor Web, y accesibles a través de un navegador de Internet en la dirección: <http://arias.unex.es/asignatu/c03-04/rc-w/rc.htm> [<http://arias.unex.es>]. En principio, la distribución de horas de clase para el alumnado constaba de hora y media para los contenidos teóricos, y hora y media de contenidos prácticos. Sin embargo, dados los buenos resultados obtenidos durante los últimos cursos académicos, se decidió proceder a un cambio en el horario. De manera, que en la actualidad, este horario es continuado, es decir, la docencia de créditos teóricos y prácticos tienen lugar conjuntamente, por lo que el profesorado puede usar el tiempo necesario para la explicación de conceptos y la puesta en práctica de éstos, de manera relacionada y secuenciada. La ventaja desde nuestro punto de vista, estriba en que no estamos pendientes del tiempo que procede trabajar por separado unos y otros contenidos, sino que se hace de manera conjunta.

Básicamente, en función de la programación concreta de cada semana, y no de forma rígida como ocurre cotidianamente, tienen lugar el desarrollo de nuestra docencia. Asimismo, no podemos olvidar la ventaja que supone la posibilidad de interactuar entre la teoría y la práctica al estar ubicados en una sala de ordenadores, además de la posibilidad de relacionar contenidos teóricos y prácticos de manera inmediata, obteniendo de esta forma una mejor visión de conjunto.

5. Metodología de la clase

La metodología a seguir en el desarrollo de esta asignatura puede resumirse en la idea siguiente: *“Oigo y olvido, veo y recuerdo, pero aprendo haciendo”*. Bajo esta filosofía están agrupados los contenidos que se imparten para el alcanzar al final de curso el objetivo general propuesto. La enseñanza de contenidos teóricos y prácticos, por tanto, avanza paralelamente. Con respecto a la teoría, los temas se ponen a disposición del alumnado de manera secuencial en el tiempo, según se avanza en la asignatura. Además, cada tema dispone de un índice detallado donde se enumeran al alumnado los objetivos de aprendizaje planteados, y describen cada uno de los epígrafes del mismo. Una vez superado un tema, el siguiente está

⁵ Extremo de un enlace TCP o UDP entre dos procesos que se ejecutan sobre una red

accesible para el alumnado (en los diferentes formatos que comentaremos más adelante), tanto para descarga y consulta, o como apoyo durante la exposición en la clase presencial, puesto que dispone de un PC para ello. De esta manera, el alumnado no pierde detalle en las explicaciones gráficas, preocupándose exclusivamente de prestar atención o interactuar para comprender, permitiendo la inclusión de objetos multimedia para enriquecer las mismas con mayor nivel de detalle, en definitiva: "haciendo y aprendiendo" (Arias *et. al.* 2003).

Con respecto a las prácticas (Arias y Díaz, 1992; Arias y Martínez, 2002), para todas y cada una de ellas, se entrega un modelo de funcionamiento completo que será de referencia obligada para el alumnado, dado que al final debe producir un modelo igual. Por otro lado, debemos indicar que no todos los contenidos serán programados por el alumnado, sino sólo aquellos más interesantes y sobre todo, que mayor relación guarden con los objetivos a alcanzar en el curso académico. Para conseguir esto, se dota a cada tema de una serie de librerías básicas con las que podrá interactuar y ver sus resultados. Por otro lado, la distribución de todos los contenidos de la asignatura a través de la Web, requiere de una adecuada planificación para evitar que el alumnado pueda perderse en los contenidos. Se pretende que en todo momento esté informado de la situación actual en la que debe encontrarse con respecto a ella. Para ello, empleamos el concepto de "Fichero *log* o diario de la asignatura" que tiene por misión permitir un seguimiento de todo lo que el profesorado incorpora a la Web de Redes de Computadores, y además pretende ser un noticiario de lo sucedido en la asignatura.

6. Generación de contenidos teóricos

Los contenidos teóricos disponibles para el alumnado están desarrollados de tres modos diferentes con el objetivo de dar versatilidad a los mismos y facilitar el estudio al alumnado, a saber (Arias *et al.*, 2003):

- Formato PPT: Este es el formato original en el que se desarrollan los contenidos, a partir del cual, se obtienen los demás. Facilita la generación de contenidos multimedia y la inclusión de notas para el profesorado muy útiles durante las exposiciones orales. Para su creación se emplean herramientas como *Microsoft PowerPoint* y *OpenOffice*.
- Formato PDF: Este formato se emplea para distribuir los contenidos en un formato imprimible, para que el alumnado pueda anotar en ellos. Para su creación se emplean herramientas como *Adobe Acrobat* y *OpenOffice*.
- Formato SWF: Este formato se emplea para la recreación de aquellos contenidos que necesitan de mejores animaciones (véase Fig. 1), como por ejemplo, para simular cualquiera de los protocolos estudiados. Además, tiene la propiedad de ser un formato especialmente apropiado para su acceso *on-line* a través de un navegador Web. Para su creación se emplea *Macromedia Flash*, aunque si se trata de pasar directamente contenidos PPT a SWF sin mantener las animaciones, puede emplearse *OpenOffice*.

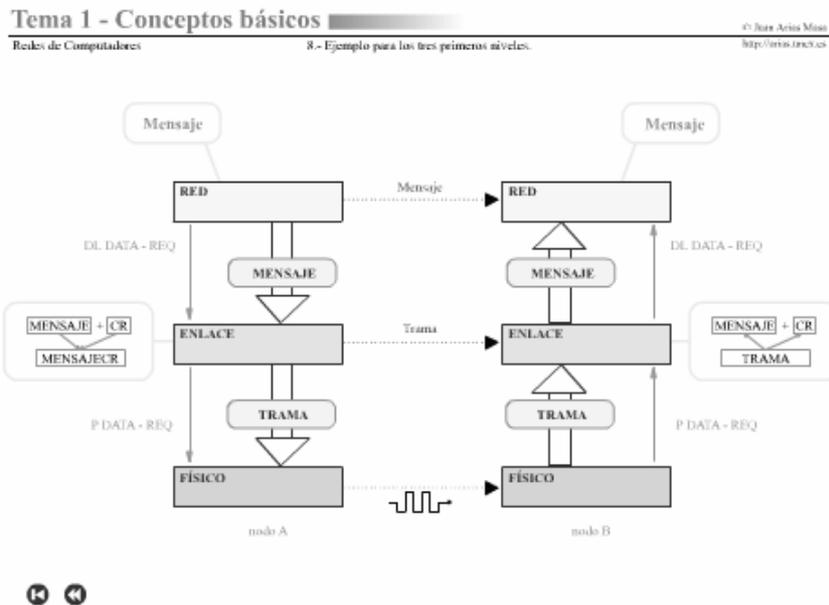


Fig. 1. Ejemplo de contenido dinámico realizado con tecnología Macromedia Flash

Sin duda, de los tres formatos mencionados anteriormente para simular los protocolos, el formato Flash es el que requiere mayor esfuerzo, pero la recompensa final es muy satisfactoria por el gran apoyo que proporciona a la docencia. Además, su uso aumenta la seguridad para evitar copias de estos contenidos.

7. Generación de contenidos prácticos

Los contenidos prácticos son programados en C++, teniendo el alumnado a su disposición un modelo a seguir del documento correspondiente a la práctica final que debe realizar. Cada práctica está estructurada en base a los siguientes apartados: *Objetivos, Requisitos, Documentación, Ejercicios prácticos, Observaciones finales y Fecha de entrega*. Asimismo, existe una versión en flash (*swf*) del funcionamiento de cada práctica para que el alumnado pueda ver los pasos y secuencias que sigue cada programa.

8. Modelo de evaluación

Se propone un modelo basado en la evaluación continua para el alumnado que asiste de forma regular con carácter presencial, independientemente de las convocatorias oficiales de examen, tanto para contenidos teóricos como prácticos. Sin duda, creemos que un instrumento necesario para conseguir resultados satisfactorios, es el empleo de autoevaluaciones al final de cada tema, dentro de un proceso de evaluación continua, de forma que el alumnado pueda conocer su evolución y conocimientos adquiridos acerca de los contenidos de la asignatura. Para

ello, utilizamos dos herramientas principalmente: una plataforma para la generación de cuestionarios *on-line* (Gutiérrez *et al.*, 2005) como *Perception 3.2 de Questionmark* (<http://www.questionmark.com>), adquirida en el curso académico 2002/2003 por la Universidad de Extremadura y la elaboración de cuestionarios en formato SWF (ver Fig. 2).

TEST TEMA 1 Conceptos básicos



II. Elige de las siguientes afirmaciones cual es la correcta:

- 1. El nivel de red incorpora funciones de protección contra errores.
- 2. El nivel de Enlace ofrece un servicio extremo a extremo.
- 3. El nivel de Transporte incorpora funciones de protección contra errores.
- 4. El nivel de Red ordena al nivel Físico la transmisión de mensajes mediante primitivas.

Fig. 2. Ejemplo de un test de autoevaluación del alumnado. Tema 1.

9. Datos del alumnado y evaluaciones por convocatorias

Dado que el aprendizaje de los contenidos debe ser necesariamente secuencial en el tiempo, hay un porcentaje muy alto de aprobados en la Convocatoria de Junio, pero un número muy bajo de alumnado que se presenta a los exámenes de Septiembre y Febrero. Esto puede significar que para el alumnado es más fácil superar los contenidos de la asignatura paulatinamente, que en las convocatorias extraordinarias donde apenas puede contar con la ayuda del profesorado. Sólo aquellos alumnos o alumnas que han asistido a clase de forma regular en algún curso anterior y que al final no pudieron cumplir los objetivos propuestos en la convocatoria de Junio, lograron aprobar en las convocatorias extraordinarias posteriormente. En la siguiente tabla (Tabla 1) se muestran los resultados finales obtenidos por el alumnado de la asignatura para cada convocatoria.

Calificación	Junio/03	Sept./03	Junio/04	Sept./04	Junio/05	Sept./05
Suspense	15	0	20	0	0	0
Aprobado	54	100	40	100	31	0
Notable	15	0	20	0	54	100
Sobresaliente	15	0	20	0	15	0

Tabla 1. Porcentajes de calificaciones obtenidas por el alumnado en las convocatorias indicadas. Las convocatorias de Febrero no aparecen dado que no se presentó ningún alumno o alumna a las mismas.

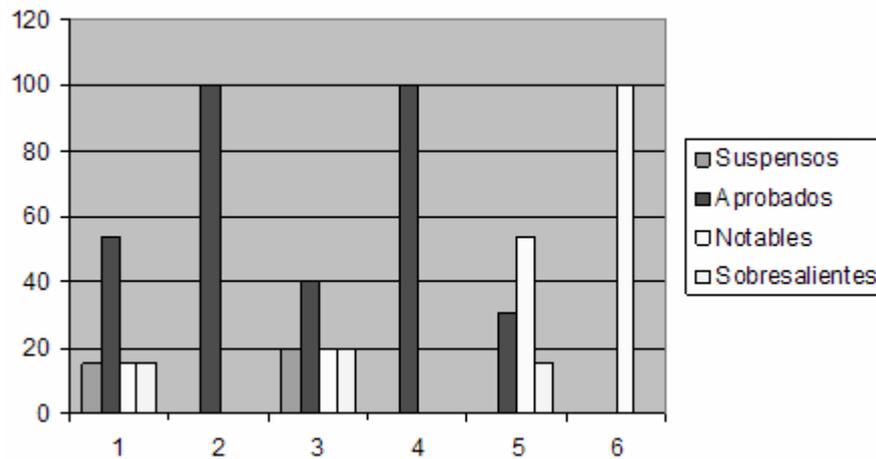


Fig. 3. Resumen gráfico del porcentaje recogido en la Tabla 1 para los el alumnado presentado a las distintas convocatorias de la asignatura.

10. Conclusiones

Desde nuestra experiencia docente, el uso del PC en el aula, en el desarrollo de la asignatura "Redes de Computadores" es básico, pues se transforma en una herramienta activa durante el aprendizaje facilitando el acceso a los contenidos y sobre todo, en cuanto a la ejecución de simulaciones. Se puede decir, que está perfectamente integrado al igual que en una clase tradicional, lo está el encerado o las mesas. Por lo que el uso del PC en la docencia universitaria debe generalizarse en la medida de las posibilidades, sobre todo de cara al afianzamiento de los conocimientos y destrezas a desarrollar, puesto que para nuestro alumnado su uso no es un elemento extraño. Si bien es cierto, que respecto al profesorado, supone un esfuerzo extra en lo que se refiere al tiempo empleado en el diseño y elaboración de los contenidos, dedicando, del mismo modo, tiempo suficiente para entender su funcionamiento u operatividad. No obstante, dicho esfuerzo se ve recompensado cuando comprobamos el nivel de conocimientos y destrezas alcanzado por el alumnado. Además, el uso de herramientas que permiten de forma fácil la conversión de los contenidos en varios formatos facilita su desarrollo, aunque no se cuenta con una herramienta sencilla para generar las simulaciones. Por otro lado, estamos convencidos que el sistema actual de trabajo que desarrollamos, facilita tanto la virtualización de los contenidos que se imparten, así como el aumento en el número de programas de simulación. Por lo que nuestro interés se centra en seguir con la metodología empleada hasta el momento, aunque siempre en proceso de cambio y mejora permanente.

11. Referencias bibliográficas.

Arias Masa, J. y Díaz Díaz, M. (1992). *Manual de prácticas y problemas de Sistemas de Comunicación de Datos*. Cáceres: Análisis Informática Profesional S.L.

- Arias Masa, J. y Martínez Bravo, L. (2002). *Una solución para la instalación y el mantenimiento de las aulas de Informática: II Congreso Iberoamericano de Telemática (CITA'2002). IV Jornadas Iberoamericanas de Telecomunicación y Telemática (JITT'02)*. Mérida (Venezuela), del 9 al 13 de septiembre de 2002.
- Arias Masa, J., Martínez Bravo, L. y Martín Tardío, M. A. (2003). *Proyecto de innovación docente: Redes de computadores en la red de la UEx*. Badajoz: Secretariado de Nuevas Tecnologías, Universidad de Extremadura.
- Arias, J., Gutiérrez, P., Luengo, R. y Luengo, M. R. (2006). "Elaboración de un cuestionario electrónico para la investigación y docencia universitaria". En Dirección General de Sociedad de la Información-Junta de Extremadura (coord.) (2006). *Encuentro Internacional sobre Conocimiento Libre. II Conferencia Internacional de Software Libre*. Badajoz: Junta de Extremadura- Consejería de Infraestructuras y Desarrollo Tecnológico. Pp. 375-383.
- Brassard, G., Bratley, P. (1990). *Algorítmica. Concepción y Análisis*. Barcelona: Masson.
- Comer E, D. (1996). *TCP/IP Principios básicos, protocolos y arquitectura*. New Jersey: Prentice Hall. Tercera edición.
- Feit, S. (1998). *TCP/IP Arquitectura, protocolos e implementación, además de IPv6 y seguridad IP*. Madrid: Osborne McGraw-Hill.
- Ford, M.; Lew, K.; Spanier S. y Stevenson T. (1998). *Tecnologías de interconectividad de redes*. México: Prentice Hall.
- González Sánchez, J. L., Sánchez Alonso, M. y Gazo Cervero, A. (1998). *Autopistas de la Información e Internet: Tecnologías, Servicios, Peajes y Normas de Navegación*. Badajoz: Editorial de UEx.
- Gutiérrez, P., Luengo, M. R., Luengo, R. y Arias, J. (2005). "An experience of validation of a questionnaire through Internet with Questionmark Perception Software" en Méndez Vilas, A., González Pereira, B., Mesa González, J. y Mesa González, J. A. (eds.) (2005). *Recent Research Developments in Learning Technologies*. Badajoz (Spain): FORMATEX. Vol. III. Col. III International Conference on Multimedia and ICT's in Education (m-icte 2005). ISBN: 609-5997-X. Pp. 1272-1277.
- Halsall, F. (1998). *Comunicación de datos, redes de computadores y sistemas abiertos*. México: Addison-Wesley Longman Iberoamericana. Cuarta edición.
- Jamsa, K. y Cope, K. (1996). *Programación en INTERNET*. México: McGraw-Hill.

López, A. y Novo, A. (1999). *Protocolos de INTERNET. Diseño e implementación en sistemas*. Madrid: UNIX. RAMA.

Stallings, W. (2002). *Comunicaciones y redes de computadores*. Madrid: Prentice Hall. Sexta Edición.

Tanenbaum, A. S. (2002). *Redes de Computadoras*. México: Prentice-Hall Hispanoamericanas. Cuarta edición.

