

Análisis de la importancia de emplear las tecnologías de la información y las comunicaciones en el aprendizaje: El caso de *NetSim* como herramienta electrónica de simulación de redes de ordenadores.

José Antonio Gutiérrez de Mesa¹, Juan Antonio Rodrigo Yanes², Julio Garvía Honrado³

¹ Dto. de Ciencias de la Computación, Universidad de Alcalá (Spain)
jagutierrez@uah.es

² Dto. de Ciencias de Automática, Universidad de Alcalá (Spain)
jrodrigo@aut.uah.es

³ Escuela Politécnica Superior, Universidad de Alcalá

Resumen. En el presente comunicado se estudia la importancia de utilizar las tecnologías de la información y las comunicaciones en el aprendizaje. Como caso concreto se presenta una herramienta de simulación de gestión de redes de ordenadores en la que se puede configurar y estudiar el comportamiento del tráfico a través de una interfaz gráfica de un futuro simulador completo de redes de ordenadores (*NetSim*). Con *NetSim*, versión 1.1, el discente puede diseñar y comprobar el funcionamiento de las más diversas topologías de red de una forma totalmente gráfica y agradable que le permitirá, en su momento, decidir cuál será la que mejor se acopla en un determinado ambiente de trabajo. También se estudia el impacto de introducir este tipo de herramientas en el aprendizaje de estudios superiores y las posibles ventajas docentes.

1 Introducción

La incorporación de las nuevas tecnologías de la información y de las comunicaciones, en la mayoría de las ocasiones, facilita la formación del alumno que, libremente, puede utilizar estas potentísimas herramientas marcándose retos y metas anteriormente insospechadas. Sin embargo tenemos que preguntarnos sobre las consecuencias que el empleo masivo de este tipo de herramientas en la enseñanza superior puede traer a las aulas y a la preparación del profesor.

1.1 Aparecen nuevos escenarios educativos

Uno de los primeros aspectos a revisar cuando se ponen en explotación esta serie de herramientas es la disponibilidad de infraestructuras suficientes. ¿Se dispone de tecnología suficiente? Otro aspecto a considerar es la preparación del profesor en la forma de enseñar y en la forma de comunicarse con el alumno a través de la propia tecnología. También se descubren cambios a incorporar que nos lleva a considerar hasta si la propia estructura educativa del centro es la más adecuada para este tipo de aprendizaje: el ritmo de avance de cada alumno es distinto y la organización docente se mantiene estanca ¿Hay posibilidad de cambiar los periodos de docencia?

Estas y otras cuestiones las descubriremos después de presentar la tecnología concreta con la que se ha experimentado en las aulas de la Escuela Politécnica Superior de la Universidad de Alcalá..

2 La herramienta *NetSim*

NetSim v1.0 es un programa orientado al diseño gráfico de redes de ordenadores que dispone de una interfaz gráfica agradable y fácil de utilizar que incluye una incipiente funcionalidad de simulación de los diseños generados por el estudiante o el profesional que quiere comprobar el rendimiento de una red de ordenadores.

En esta primera versión de *NetSim* los requerimientos fundamentales de la aplicación se enfocan en la realización de la interfaz gráfica para un simulador de redes de ordenadores. Incorpora facilidades orientadas al diseño y gestión de redes de ordenadores para facilitar el trabajo del usuario final de la aplicación que será, fundamentalmente, un estudiante de informática o de ingeniería telemática.

A través de *NetSim v1.0* se ofrece al usuario la posibilidad de diseñar y gestionar de una forma totalmente gráfica diseños de redes de ordenadores, para lo cual se proporcionan los medios necesarios para llevar a cabo tales funciones. También provee los mecanismos adecuados para el almacenamiento de los diseños realizados y otras tareas administrativas.

Con el desarrollo de *NetSim v1.0* alcanzado, el usuario podrá realizar sus diseños de redes de ordenadores como mejor le convenga. Para ello dispondrá, inicialmente, de un conjunto de elementos para realizar el más completo diseño, es decir, dispondrá de PCs, servidores, *routers*, *hubs* así como de diferentes topologías de redes y elementos para realizar conexiones entre los diferentes componentes del diseño.

Por otra parte, una vez representados los diferentes elementos, estos podrán ser manipulados para ser movidos, seleccionados, copiados, cortados, pegados, borrados o incluso se podrán modificar las propiedades tomadas por defecto. Es más, la interfaz gráfica no se detiene en la representación gráfica de los elementos, sino que va más allá, proporcionando al usuario un entorno de trabajo apto para poder desarrollar sus

proyectos de diseño de redes de ordenadores, y almacenarlos en algún dispositivo de almacenamiento masivo cuando así lo requiera, con el fin de poder reutilizar el diseño cuando se precise. Estamos, por tanto, ante una herramienta de educación personal reutilizable.

2.1 Diseño arquitectónico de *NetSim*

La aplicación *NetSim* se fundamenta en un diseño modular gestionado a través de capas que permiten el desarrollo incremental del sistema. Mediante este modelo de diseño se consigue que los servicios proporcionados por las capas inferiores estén disponibles para las inmediatamente superiores.

Otra de las importantes ventajas de este modelo de diseño es que preservando la interfaz pública de las diferentes capas, éstas pueden ser modificadas o incluso sustituidas por otras, asegurando, de esta forma, el carácter evolutivo del sistema a un bajo coste.

La metodología de diseño a emplear en el desarrollo de la aplicación *NetSim* divide toda su arquitectura en base a los módulos funcionales residentes en la capa más interior del modelo propuesto y que acto seguido se describen:

- Módulo gestor de la información de los diferentes ficheros de configuración a utilizar por la aplicación.
- Módulo gestor de la información contenida en la base de datos encargada de almacenar los datos relativos a un determinado diseño generado con *NetSim*.
- Módulo gestor de errores.

Este conjunto de módulos se encuentra a plena disponibilidad de todas las capas superiores que deseen aprovecharse de la funcionalidad proporcionada por los mismos, como es el caso de la *vista destinada al diseño gráfico de redes de ordenadores*, y de la interfaz proporcionada por *NetSim* para gestionar las propiedades particulares de los diferentes elementos del diseño generado así como de las características personalizables del entorno de trabajo proporcionado por la propia aplicación.

Todos estos elementos se pueden analizar de forma gráfica en el esquema, Fig. 1. que detalla los diferentes componentes y la estructura básica del diseño arquitectónico de la aplicación.

Entre los componentes de más bajo nivel y los más cercanos al usuario de la aplicación existe una capa intermedia (*capa auxiliar de provisionamiento de servicios*), no obstante, desde el punto de vista estructural esta capa no debe de ser vista como un componente más de la estructura básica del sistema sino que debe ser interpretada como un *nivel lógico* que aúna los servicios proporcionados por los elementos de las capas inferiores que se encuentran disponibles para ser utilizados por los módulos ubicados en las capas superiores.

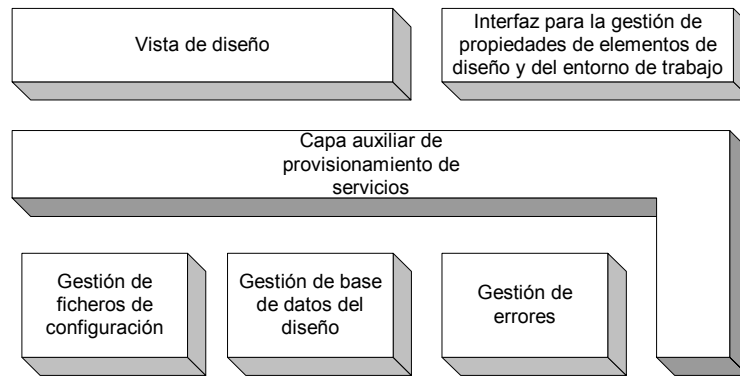


Fig. 1. Estructura básica de *NetSim*

2.2 Arquitectura documento-vista: ¿Por qué una *arquitectura documento-vista* como modelo estructural de flujo de datos?

La *arquitectura documento-vista* se fundamenta en las ideas clásicas del estilo de arquitectura centrada en los datos. Dentro de esta corriente, la *arquitectura documento-vista* presenta características propias del estilo denominado *arquitectura en pizarra*, en la que un módulo gestor de la información activa a las diferentes vistas (clientes) en función de su estado.

En esta *arquitectura*, se hace posible la separación entre los conceptos de vista y documento, lo cual obliga a la utilización de una estructura de programación en la que las vistas que presentan los datos al usuario no son propietarias de la información que muestran, si bien el usuario podrá modificar tal información a través de la interfaz pública del objeto destinado a la gestión de tal información.

Por otra parte, así como el objetivo de cualquier arquitectura software es el de reducir la complejidad del sistema a desarrollar, la *arquitectura documento-vista* persigue este mismo objetivo para las aplicaciones en las que resulta necesario la visualización, almacenamiento y mantenimiento de datos.

De este modo, considerando las ya mencionadas características y habiendo orientando el desarrollo de la aplicación *NetSim* a un diseño evolutivo y fácil de mantener en las ampliaciones futuras de la misma, se ha optado como modelo de flujo de datos la *arquitectura documento-vista*.

2.3 *NetSim* y la arquitectura documento-vista

Siguiendo las directrices marcadas por la *arquitectura documento-vista*, la aplicación *NetSim* dispone de una *vista* que actúa como interfaz entre el usuario y los datos almacenados, de forma que, a través de ella, el usuario podrá desarrollar y/o modificar los diseños de las redes de ordenadores que desee de una forma totalmente gráfica. Notar que esta vista es un objeto que indica como se visualizan los datos, es decir, un objeto que define el área de diseño de *NetSim*.

Por otra parte, la *arquitectura documento-vista* empleada ha sido adaptada en el sentido que los datos no se almacenan en un objeto *documento*, sino que se almacenan en una base de datos de forma permanente y en memoria principal durante el transcurso de una sesión de trabajo. Sin embargo, al igual que el *documento* en la *arquitectura documento-vista* estándar, el objeto encargado de almacenar los datos a tratar por la aplicación representa de igual manera la *unidad de datos* con la que el usuario puede trabajar y manipular acorde a sus requerimientos.

Es importante remarcar que aunque la vista destinada al diseño de redes de ordenadores se encuentre íntimamente ligada al módulo encargado de la gestión de los datos, esto no implica que éste último módulo no pueda ser utilizado por otros objetos que requieran de su información, véase como ejemplo un módulo destinado a la simulación de un diseño generado por el usuario de la aplicación.

3 *Diseño de la interfaz gráfica de la aplicación NetSim*

Parte fundamental del desarrollo de *NetSim* (en esta su primera fase) es proporcionar una **GUI** (*Graphical User Interface* – interfaz gráfica de usuario) lo suficientemente potente, flexible y agradable al uso como para proveer al usuario final de la aplicación con los mecanismos necesarios para realizar diseños de redes de ordenadores de una forma totalmente gráfica. Es precisamente esta motivación la que centraliza gran parte del esfuerzo del desarrollo de *NetSim* en su interfaz gráfica a fin de que el estudiante se sienta a gusto y motivado por su entorno.

3.1 *Premisas para el diseño de la GUI de NetSim para que sirva como elemento de aprendizaje*

Dada la importancia de la interfaz gráfica en esta fase del desarrollo de *NetSim* es importante comentar las *premisas* tomadas en consideración durante la fase de diseño de la misma. En primer lugar hacemos notar que las principales ventajas, y también principales motivos, por los que *NetSim* fundamenta su vía de comunicación con el usuario final en una interfaz gráfica y no en otro tipo de interfaz, como podría ser la línea de comandos son las siguientes:

- A través de la GUI la aplicación resulta fácil de utilizar y de aprender, de forma que tras una breve sesión de capacitación el usuario es capaz de extraer gran parte del potencial proporcionado por *NetSim*.
- Para interactuar con el sistema, los usuarios disponen de múltiples ventanas de forma que es posible conmutar de una tarea a otra sin perder de vista la información generada en las tareas anteriores.
- Se posibilita la rápida interacción y el rápido acceso a cualquier punto de la pantalla, especialmente si se trata del área destinada al diseño gráfico de redes de ordenadores.

Como en cualquier otra interfaz gráfica, el diseño de la GUI de *NetSim* se fundamenta en las capacidades físicas y mentales del discente que utilizará el programa. Los estudiantes, a pesar de poseer un amplio rango de capacidades físicas, suelen olvidar rápidamente y cometer errores, especialmente cuando se encuentran bajo presión o deben gestionar bastante información. De este modo, tomando en consideración estos aspectos, se toman como base para el diseño de la ya citada GUI los *principios de diseño* que se muestran en la Tabla 1.

Principio de diseño	Descripción
Familiaridad del usuario	La interfaz deberá utilizar términos y conceptos tomados de la experiencia del usuario de <i>NetSim</i> .
Consistencia	En la medida de lo posible, la interfaz deberá ser consistente en el sentido de que operaciones similares sean activadas de la misma forma.
Mínima sorpresa	El comportamiento de la aplicación no debe provocar sorpresa en el usuario (véase, <i>funcionamiento diferente al esperado</i>).
Recuperabilidad	La interfaz deberá de incluir mecanismos para revertir cambios.
Guía al usuario	La interfaz deberá de proveer retroalimentación significativa y ayuda sensible al contexto, máxime cuando ocurra algún error.
Diversidad de usuarios	La interfaz deberá contar con características de interacción acorde con los diferentes tipos de usuarios de <i>NetSim</i> .

Tabla 1. Principios de diseño de la GUI de *NetSim*.

NetSim es una aplicación cuyo uso esta orientado a un usuario con conocimientos en redes de ordenadores al que los términos, mensajes y demás información proporcionada por la aplicación le resultarán familiares de acuerdo a su experiencia y conocimientos.

NetSim debe salvaguardar la consistencia dentro de su entorno de desarrollo así como para con los subsistemas que le rodean en la medida de lo posible. De este modo, operaciones comparables, como pueda ser el cambio de color de ciertos elementos, deberán de poderse activar de la misma forma y por otra parte, comandos como *Cortar*, *Copiar*, *Deshacer* y un largo etcétera deben ser expresados de la misma forma en que lo hacen el resto o la mayoría de los subsistemas existentes en su ámbito computacional, así *Cortar* podrá utilizar como acelerador de teclado “*Ctrl + X*”, *Copiar* podrá utilizar “*Ctrl + C*” y *Deshacer* “*Ctrl + Z*”.

El principio de recuperación es importante tanto en cuanto es frecuente que los usuarios cometan errores al utilizar la aplicación. Para posibilitar el retorno a un estado anterior la interfaz gráfica de *NetSim* proporciona recursos para *deshacer* acciones a varios niveles.

El sistema de ayuda de *NetSim* no debe quedarse en una descripción completa y a diferentes niveles de las posibilidades ofrecidas con la aplicación, sino que debe incorporar asistencia específica al usuario o características de ayuda cuando ocurra alguna situación anómala que pueda inducir a error.

NetSim debe adaptarse al tipo de usuario que utilice la aplicación contemplando desde el más experto, familiarizado con el funcionamiento de *NetSim* hasta el más inexperto, pasando por aquel usuario que de forma ocasional utilice este programa. Para todos ellos *NetSim* debe proporcionar mecanismos que favorezcan el trabajo con la aplicación, de esta forma, para los usuarios más expertos se ha diseñado un conjunto de métodos abreviados y aceleradores para dotar de rapidez a los trabajos a realizar mientras que para el resto, una ayuda en línea amplia y a diferentes niveles de conocimiento se encuentra a su plena disposición.

3.2 Interacción del usuario con la GUI de *NetSim*

Todo diseño de interfaces gráficas que se precie debe afrontar, entre otras, la cuestión de cómo se introducirá la información del usuario en la computadora. Para resolver esta cuestión, el diseño propuesto para *NetSim* centra su solución en tres formas o estilos primarios de interacción propuestos por Schneiderman (1998) y que acto seguido se comentan:

- *Manipulación directa* en la que el usuario interactúa directamente con los objetos de la pantalla.
- *Selección de menús* en la que el usuario selecciona un comando de una lista de posibilidades (menú).
- *Cumplimentación de formularios* en la que el usuario rellena los campos de un formulario.

3.3 NetSim y su interfaz de múltiples documentos

Una vez descrita la *arquitectura documento-vista* y analizadas las *premisas* establecidas para el diseño de la GUI en la que se basa la aplicación *NetSim*, el siguiente paso lógico en el diseño del sistema pasa por definir el modo en que los documentos (datos) serán presentados al usuario final. Para ello, se han adoptado como válidas las siguientes premisas:

- Es preferible presentar cada documento en una ventana diferente, esto es, no mezclar diferentes tipos de información en una única ventana.
- Las diferentes ventanas que enmarcan un documento deben encontrarse ubicadas dentro del área de cliente de la ventana principal de la aplicación.
- La ventana principal debe conocer en todo momento el documento que se encuentra activo.

Por estas razones, *NetSim* se estructura como una aplicación *MDI (Multiple Document Interface, interfaz de múltiples documentos)*. Además, a través de esta estructura resulta mucho más sencilla la incorporación de nuevos tipos de documentos y sus correspondientes vistas en futuras ampliaciones de la aplicación, preservando de este modo el carácter eminentemente evolutivo de la aplicación.

De forma general, cabe mencionar que a través de las interfaces de múltiples documentos (MDI) una aplicación, y más concretamente *NetSim*, pueden disponer de varias vistas, así como de varios documentos.

Además, aplicaciones MDI permiten trabajar sobre varias fuentes de datos (objetos documento) de forma concurrente. De este modo, una vista destinada al diseño gráfico pudiera estar trabajando con los datos gestionados por un cierto módulo, y otra vista que bien pudiera ser la encargada de mostrar los resultados de un determinado escenario de simulación podría estar trabajando de igual manera con los datos gestionados por ese mismo módulo gestor de datos.

Una vez descritos los detalles generales de las aplicaciones MDI y habiendo adoptado la estructura de varias ventanas como base de la representación de los datos al usuario por parte de *NetSim*, acto seguido se presentan los detalles de tal interfaz sobre la aplicación bajo estudio.

Como ya se apuntaba en el punto anterior, *NetSim* proporciona al usuario final de la aplicación una vista destinada al diseño gráfico de redes de ordenadores, en la que el usuario puede gestionar de una forma totalmente gráfica todos los elementos de los que desee que conste el diseño generado, por otra parte, esta vista no es sino la ventana marco del objeto encargado de gestionar los datos de los elementos de los que consta el diseño generado.

No obstante, además de la vista, como aplicación MDI que es, *NetSim* basa su estructura jerárquica de ventanas de la forma que se detalla en la Fig. 1.

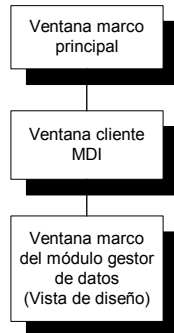


Fig. 1. Jerarquía de ventanas que constituyen la arquitectura MDI de NetSim.

Finalmente, la estructura anterior quedará representada visualmente tal y como se detalla en la Fig. 2.

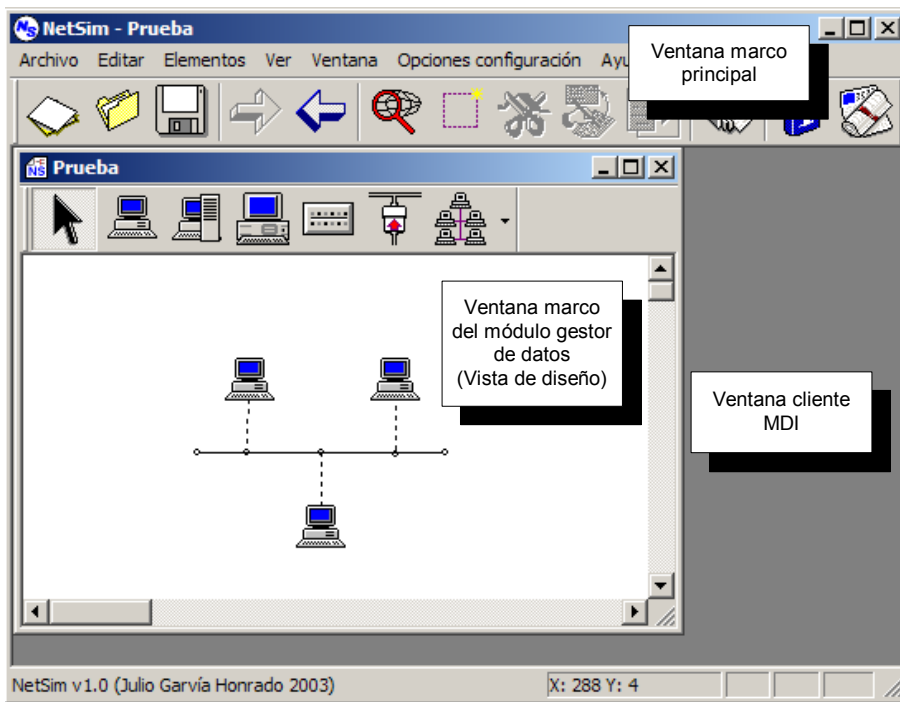


Fig. 2. Representación visual de la jerarquía de ventanas que constituyen la arquitectura MDI de NetSim.

4 La experiencia de enseñanza con NetSim

Esta herramienta se está utilizando en los laboratorios de Redes de Computadoras de la Escuela Politécnica Superior donde el alumno puede implementar las redes planteadas por el profesor o incluso, puede marcarse retos de diseñar sus propias redes, estudiar formalmente las características y representarlas en la herramienta comprobando sus resultados, pero en el apartado actual vamos a plasmar nuestras reflexiones sobre el uso de esta tecnología en otros centros de formación no, necesariamente, de carácter universitario.

Comenzábamos el artículo reflexionando sobre el impacto que en la sociedad, en general, y en el centro de formación, en particular, tiene la adopción de las nuevas tecnologías de la información y las comunicaciones.

En este sentido se conocen tres posibles reacciones de los centros docentes para adaptarse a las TIC. En primer lugar considera un escenario **tecnócrata** en el que los estudiantes deben de aprender “sobre” las “Tics”, es decir lo que se denomina la alfabetización digital, para, posteriormente, utilizar las Tics como instrumento de productividad. Más adelante tendríamos el escenario **reformista** que consiste en aprender sobre las TICs y de las Tics, lo que conlleva a introducir nuevas prácticas sobre los métodos de enseñanza/aprendizaje que contemplan los medios informáticos como un instrumento de conocimiento. Finalmente tendríamos un escenario **de cambio** que, observando los fenómenos que produce la incorporación de este tipo de tecnologías, obligará a realizar cambios en el entorno educativo.

En concreto la utilización de NetSim nos ha obligado a introducir cambios en el avance de la formación de los alumnos y nos ha provocado nuevos retos en las labores docentes y nos ha obligado a considerar las consideraciones sobre los conceptos de usabilidad de objetos de enseñanza reutilizables (8), así como las teorías de Polsani (5) sobre el uso y abuso de los objetos de aprendizaje reutilizables.

5 A modo de reflexión sobre las funciones de los elementos soportados por las tecnologías de la información y de las comunicaciones en la educación

Todas las tecnologías asociadas al denominado “mundo digital” inciden fuertemente en todos los niveles de las estructuras educativas que deben de adaptarse a este tipo de fenómenos emergentes de tal forma que, en todos los resortes del mundo educativo, se debe de plasmar la necesidad de adaptarse al cambio, tanto de forma personal como de forma institucional, y comprender que la necesidad de un aprendizaje continuo es necesario en la evolución de la persona.

- Será necesario favorecer el desarrollo de los sistemas educativos “informales” de tal forma que, desde fechas tempranas del aprendizaje, se debe incluir la alfabetización digital como fuente de información, como instrumento de productividad y como instrumento cognitivo.

Referencias

1. Avila, Xavier: “Implicaciones de la informática en el futuro de la enseñanza”. Revista NOVÁTICA, 90, pag. 7-12. 1991.
2. Barlam, Ramón: “Resituuar la escuela. ¿Hacia un nuevo modelo educativo?” Reflexiones en la puerta del milenio. Quaderns Digitals, 1998.
3. Cabero, J.: “Nuevas tecnologías, comunicación y educación”. Edutec. 1996.
4. Downes, S.: “Resources For Distance Education Worldwide”. International Review of Research in Open and Distance Learning. July, 2001.
<http://www.irrodl.org/content/v2.1/downes.html>.
5. Polsani, Pithamber R. “ Use and Abuse of Reusable Learning Objects”. Journal of Digital Information. 3(4) <http://jodi.ecs.soton.ac.uk/Articles/v03/i04/Polsani/>
6. Tedesco, J.C.: "La sociedad del conocimiento". Cuadernos de Pedagogía, 288, pp. 82-86. 2000.
7. Schneiderman, Ben: “Designing the User Interface. Strategies for Effective Human-Computer Interaction. 3ª ed.. Addison-Wesley. 638 pp. 1998.
8. Sicilia, M. y García, E. “On the Concepts of Usability and Reusability of Learning Objects”. International Review of Research in Open and Distance Learning. Oct, 2003. <http://www.irrodl.org/content/v4.2/sicilia-garcia.html>
9. Vizcarro, C.; León, J. A.: “Nuevas tecnologías para el aprendizaje” Madrid: Pirámide.
10. Valverde, Jesús; Garrido, Mª del Carmen: "El impacto de las tecnologías de la información y la comunicación en los roles docentes universitarios". Revista electrónica interuniversitaria de formación del profesorado, 2 (I) <www.uva.es/aufop/publica/revelfop/99-v2n1.htm>"