

La orientación a objetos en el diseño de hipertextos para la enseñanza - aprendizaje

Cristòfol Rovira

RESUMEN

En este artículo se presentan algunos resultados de una investigación realizada para desarrollar una metodología de diseño de hipertextos útiles en la enseñanza y el aprendizaje. Se adapta el modelado orientado a objetos utilizado por la ingeniería del software al diseño de hiperdocumentos y se muestra un ejemplo de modelado orientado a objetos aplicado a un hiperdocumento con el material hipertextual del curso de postgrado en Documentación Digital.

INTRODUCCIÓN

La Sección Científica de Biblioteconomía y Documentación del Departamento de Ciencias Políticas y Sociales de la Universidad Pompeu Fabra está desarrollando desde el año 1996 una investigación sobre el diseño y la utilización del hipertexto en la docencia universitaria (Rovira, 1997a; Rovira, 1997b).

La finalidad de esta investigación es definir y desarrollar la metodología MEDHEA (1) para el diseño de materiales didácticos en formato hipertextual. Una metodología que oriente en el proceso de creación de este tipo de hipertextos (2) y que asegure su calidad.

La investigación consiste en aplicar la metodología MEDHEA para la creación de hiperdocumentos útiles en distintos ámbitos de la formación universitaria: formación presencial de segundo ciclo, formación de segundo ciclo no presencial, formación presencial de postgrado y formación no presencial de postgrado. En cada ámbito de aplicación se ha utilizado un esquema clásico de investigación - acción estructurado en cuatro fases:

- En la primera fase se diseña el material didáctico hipertextual utilizando la metodología MEDHEA
- En la segunda se imparte la docencia usando el material creado y, en caso necesario, se retoca el diseño inicial.
- En la tercera fase se recogen datos para evaluar el diseño realizado: encuestas a los participantes, opinión de expertos y estadísticas de utilización de una muestra significativa de nodos.
- En la última fase se analizan los datos para extraer conclusiones sobre el proceso de enseñanza en general y sobre la metodología MEDHEA.

Durante el curso 1998/1999 se ha aplicado MEDHEA en el diseño del material didáctico hipertextual para el curso de postgrado en Documentación Digital (3). Uno de los aspectos estudiados con mayor profundidad en la investigación realizada sobre el diseño de este curso ha sido la representación de la estructura de la información de un hipertexto por medio de un modelo orientado a objetos. A continuación presentamos algunas reflexiones sobre las posibilidades del análisis y diseño orientados a objetos en la creación de hipertextos para el proceso de enseñanza - aprendizaje.

EL DISEÑO DE HIPERTEXTOS

La producción de métodos o modelos para el diseño de hipertextos ha sido relativamente prolífica en el periodo comprendido entre finales de la década de los ochenta y la primera mitad de los noventa. A partir de la segunda mitad de los noventa se produjo un cambio de tendencia provocada por el rotundo éxito del servicio World Wide Web (4) de Internet. Este nuevo medio generó un uso masivo del hipertexto a pesar que su objetivo principal no era el hipertexto en sí, sino el acceso a la información remota por medio de las redes telemáticas mundiales. La presión de millones de usuarios ha convertido a la tecnología Web en un estándar "de facto" para la creación de hipertextos.

Esta situación ha provocado que muchos trabajos sobre el diseño de hipertextos realizados durante los últimos años de la década de los noventa tengan como referente la tecnología Web. No obstante, la mayoría de estas propuestas son ampliaciones o reformulaciones de modelos creados a principios de la década.

El ámbito científico relacionado con el diseño y desarrollo de hipertextos no es homogéneo. En algunos casos se trata de metodologías completas que incluyen las tres fases del ciclo clásico de la ingeniería del software (análisis, diseño e implantación) como la RMM (Isakowitz, 1995); en otras ocasiones se trata solo de modelos abstractos para representar la estructura del hipertexto HDM (Garzotto, 1993); hay propuestas centradas en el diseño de las aplicaciones informáticas para crear y gestionar el hipertexto (5) que incluyen también el diseño del procesamiento de la información (Stotts, 1989; Tomba 1989; Lange 1990); en cambio otros trabajos están centrados exclusivamente en el diseño de la estructura estática de la información (Schwabe, 1995; Isakowitz, 1995)

A pesar de estas diferencias, todos los autores proponen en la fase de diseño distintas perspectivas para observar y después representar un modelo del hipertexto. Es muy distinto centrar la atención en las características de la base de datos que almacena la información del hipertexto que observar la estructura de enlaces que el usuario utilizará para navegar por un determinado conjunto de nodos. Cada perspectiva permite realizar un modelo formal para representar aspectos complementarios del hipertexto. Todas estas representaciones se integran por medio de zonas fronterizas de encaje.

El problema está en que cada autor delimita perspectivas, fronteras y formas de encajar distintas. A menudo estas perspectivas se identifican como "niveles" o "capas" formando en su conjunto una "arquitectura del hipertexto". Algunos autores ordenan las capas de concreto a abstracto. Parten de los aspectos más físicos relacionados con la implementación, van subiendo hacia perspectivas más lógicas, como por ejemplo la estructura de navegación, para finalizar con la interfície de usuario o capa de presentación (Isakowitz, 1995); en otras ocasiones el contenido del hipertexto también forma una capa convenientemente relacionada con las otras perspectivas abstractas (Halasz, 1994).

Hay modelos formales del hipertexto que no tienen el objetivo de facilitar el diseño sino de permitir la comunicación y el intercambio de información entre distintos sistemas de gestión de hipertextos (Lange, 1990; Campbell, 1988). Este tipo de trabajos sirven de referentes para posteriormente crear metodologías para el diseño.

"Steps toward interchange and communication between open hypertext systems must be based on formal and abstract models of hypertext to which all existing and hopefully future systems can be related." (Lange, 1990: 145)

La arquitectura del hipertexto que hemos utilizado para MEDHEA está formada por dos capas, una lógica y otra física. En la capa lógica se unifican todas las perspectivas abstractas y un solo modelo representa de manera integrada los siguientes aspectos:

- La estructura de navegación
- La estructura de relaciones semánticas del contenido
- Las características generales de la interfície de usuario
- La planificación didáctica del proceso de enseñanza - aprendizaje que genera el hipertexto

En la capa física quedarían representados los aspectos relacionados con la implementación informática y el procesamiento de la información. Finalmente, hay que considerar una zona fronteriza entre la capa lógica y la física para indicar la manera de implementar el modelo lógico en función de las características de la tecnología elegida para crear el hipertexto.

Según el ciclo de vida de la ingeniería del software, la capa lógica formaría parte del diseño lógico, la zona fronteriza correspondería al diseño tecnológico y la capa física a la implementación.

MEDHEA es una metodología para el diseño de hiperdocumentos. Incluye el diseño lógico de la estructura de la navegación, el diseño didáctico y la fragmentación de la información en nodos, pero no abarca el diseño de los procesos informáticos que harán posible que el hipertexto funcione. Los modelos lógicos creados con MEDHEA podrán ser implementados utilizando un sistema de gestión de hipertextos (Hypercard, Guide...) o mediante la tecnología Web con el formato HTML. La fase de diseño tecnológico de MEDHEA adapta el modelo lógico a las características de la tecnología de implementación elegida.

MODELOS PARA REPRESENTAR LA ESTRUCTURA DE NAVEGACIÓN DEL HIPERDOCUMENTO

Las herramientas de representación gráfica utilizadas en la fase de diseño lógico por la ingeniería del software para modelar los sistemas de información permiten también realizar un modelo abstracto de un hipertexto.

"Un modelo es una abstracción de algo, cuyo objetivo es comprenderlo antes de construirlo. Dado que los modelos omiten los detalles no esenciales, es más sencillo manipularlos que manipular la entidad original. La abstracción es una capacidad humana fundamental que nos permite enfrentarnos a la complejidad. Los ingenieros, artistas y artesanos han estado construyendo modelos durante miles de años para probar los diseños antes de ejecutarlos. El desarrollo de sistemas hardware y software no es una excepción [el desarrollo de hipertextos tampoco]. Para construir sistemas complejos, el desarrollador debe abstraer distintas vistas del sistema, construir modelos utilizando notaciones precisas, verificar que los modelos satisfacen los requisitos del sistema y añadir, gradualmente, detalles para transformar los modelos en una implementación." (Rumbaugh et al. 1996: 37)

Las metodologías orientadas a objetos son especialmente indicadas para este fin (Lange, 1994; Schwabe 1995) ya que resulta muy natural considerar a los nodos y enlaces de un hiperdocumento como "objetos" y "relaciones" respectivamente.

La técnica del modelado orientado a objetos se utiliza de una forma generalizada por la Ingeniería del Software para el diseño de aplicaciones informáticas. La finalidad del diseño orientado a objetos es realizar un modelo del sistema de información considerando que su estructura interna está formada por un conjunto de objetos que interactúan entre sí. Cada objeto tiene unas propiedades y un comportamiento que representan respectivamente la estructura de la información y su procesamiento.

Todos los objetos con las mismas características forman una "clase" y cada objeto concreto perteneciente a una clase se llama "instancia de clase" o simplemente "objeto". Podríamos considerar que la clase es la plantilla del objeto y la instancia es un objeto operativo con unos valores determinados.

La representación gráfica por medio del modelo orientado a objetos permite depurar el diseño antes de iniciar la creación del hiperdocumento expresando sobre un esquema los siguientes elementos:

- a. Diseño de la navegación
 - La amplitud y profundidad de las jerarquías de nodos
 - El exceso de enlaces asociativos
 - La ausencia de enlaces asociativos
 - El tipo de nodos utilizado en el hiperdocumento
 - Los nodos que el usuario podrá modificar
 - Los nodos que el usuario podrá añadir
 - Los conjuntos de nodos que forman una unidad de navegación
- b. Diseño didáctico
 - El desglose de objetivos didácticos generales en específicos
 - La integración de objetivos didácticos, contenidos, ejercicios de autoevaluación y evaluación final
 - La temporalización de las actividades a realizar en el proceso de aprendizaje

El modelo orientado a objetos combina tres puntos de vista para representar todos los aspectos de un sistema de información: el modelo de objetos para la representación estática de la estructura de la información; el modelo dinámico para los aspectos temporales del comportamiento del sistema y finalmente, el modelo funcional para representar los procesos que transforman la información del sistema (Rumbaugh, 1996).

En la adaptación de esta herramienta al diseño de hiperdocumentos solo aplicamos el modelo de objetos. No es necesario entrar en los aspectos dinámicos y del funcionamiento del hipertexto porque ya están resueltos con un SGH o utilizando tecnología Web.

Cada objeto tiene unas "propiedades" que indican sus características y unas operaciones o "métodos" para representar los procesos en los que el objeto está involucrado. Todos los objetos con las mismas propiedades y métodos pertenecen a una determinada "clase" de objetos y cada uno de los ejemplares de una clase se denomina "instancia de la clase" (6).

Las conexiones físicas o conceptuales entre objetos se llaman "enlaces" y un grupo de enlaces del mismo tipo y con la misma semántica se denomina "asociación". De la misma forma que una clase representa un tipo general de objetos, una asociación representa un tipo general de enlaces.

No forzamos la orientación a objetos si consideramos que cada nodo de un hiperdocumento es un objeto o instancia de objeto que pertenece a una "clase de nodos" y que cada enlace hipertextual es un "enlace" en el sentido de la orientación a objetos que pertenece a un tipo general de enlaces o "asociación".

Aunque desde el punto de vista de la sintaxis haya una adaptación directa de la orientación a objetos al diseño de hiperdocumentos, hay diferencias semánticas importantes sobre aquello que representa un "objeto" y un "enlace" cuando el modelado se aplica a la creación de aplicaciones informáticas o a la creación de hiperdocumentos.

En el primer caso, los objetos representan los datos internos del programa asociados a los procesos (métodos) en los que intervienen. En cambio, los objetos en un hiperdocumento representan los nodos, la información externa que ve el usuario, sin considerar ningún tipo de proceso.

Por otro lado, los enlaces del modelo de una aplicación informática representan las relaciones entre los datos internos. El conjunto de todos los enlaces muestra la estructura interna del almacenaje de la información que utiliza la aplicación. Los procesos de transformación de esta información determinarán que relaciones se establecerán entre los datos para conseguir mantener su consistencia y facilitar su actualización.

En cambio, en un hiperdocumento los enlaces de la orientación a objetos representan los enlaces hipertextuales unidireccionales y por tanto modelan los itinerarios de consulta que tendrán los usuarios para saltar de un nodo a otro. La creación de un enlace está determinada por el significado de la información que contiene cada nodo y el conjunto de todos los enlaces muestra la estructura de navegación del hiperdocumento.

Estas diferencias en la semántica de la representación no impiden utilizar toda la potencia del modelado orientado a objetos en el diseño de hiperdocumentos aunque sea necesario realizar algunas adaptaciones.

En función del número de instancias implicadas hay tres tipos básicos de asociaciones (7). La línea acabada con un punto negro indica una relación de una instancia de la primera clase con "cero o más" instancias de la segunda; la línea acabada con un círculo blanco indica que la relación será de uno con "cero o uno" y la línea sin círculos indica una relación de uno con uno.

En el diseño de hiperdocumentos cada asociación del tipo "de uno con uno" se traduce en un enlace hipertextual unidireccional entre un nodo del primer tipo hacia otro del segundo. Las asociaciones del tipo "de uno con n" (8) se traducen en "n" enlaces hipertextuales unidireccionales entre "n" orígenes distintos, todos ellos situados en un nodo del primer tipo, y "n" nodos distintos pertenecientes al segundo tipo de nodos de la asociación.

En la orientación a objetos existen dos formas especiales de asociaciones: la agregación y la herencia también llamada generalización. En el primer caso la relación entre objetos es del tipo "del todo a las partes" en la cual un objeto se relaciona con otros que son sus partes

componentes. En la herencia se establece una relación entre una clase y otras que son versiones más refinadas de esta clase inicial y que constituyen sus subclases. En el diseño de hiperdocumentos la agregación y la herencia se utilizan con la misma notación y significado que en la orientación a objetos clásica.

La agregación resulta útil para representar a los menús que incorporan los nodos. Los menús forman una entidad constante que aparecen en multitud de nodos y por tanto pueden ser considerados como un objeto independiente. Todos los nodos que mantienen una relación de agregación con un determinado menú formaran una unidad de navegación. Con la herencia se pueden expresar las similitudes estructurales entre varias clases de nodos.

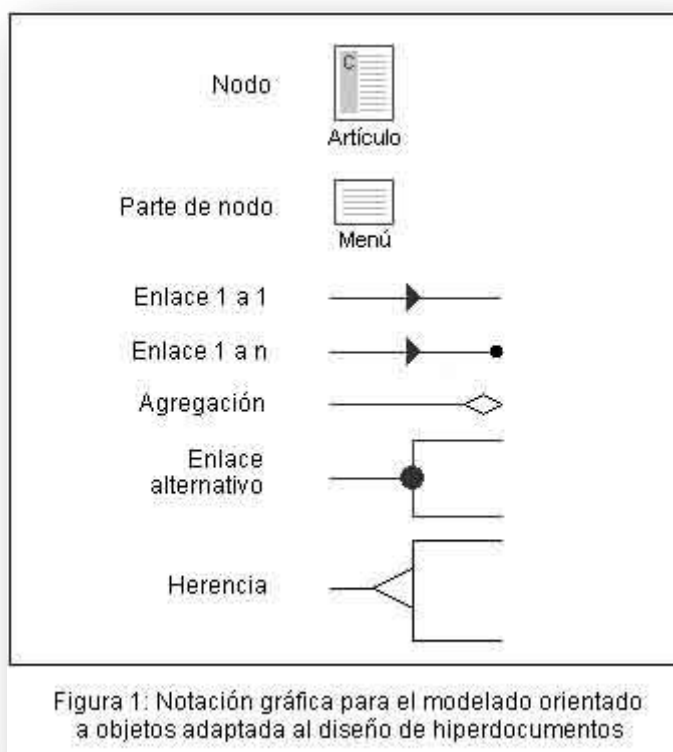
Finalmente hay que considerar una situación que se produce en el diseño de hiperdocumentos y que no está contemplada en el diseño orientado a objetos. Esta circunstancia que hemos llamado "enlace alternativo" se produce cuando un nodo enlaza de manera condicional con otro y en función de la instancia que quiera construirse se materializará o no el enlace.

Tabla 1: Adaptación del modelo orientado a objetos al diseño de hiperdocumentos

	Modelo orientado a objetos para una aplicación informática	Modelo orientado a objetos para un hiperdocumento
Modelos necesarios	Modelo de objetos Modelo dinámico Modelo funcional	Modelo de objetos - -
Conceptos básicos	Objeto (instancia de objeto) Atributo de objeto Método (operación) Clase Enlace (relación) Asociación Agregación Herencia - Herencia de clases Agregación de clases Polimorfismo	Nodo, menú Características del nodo - Tipo de nodo Enlace hipertextual unidireccional Tipo de enlace hipertextual Agregación entre nodos Herencia entre nodos Enlace alternativo Herencia de tipo de nodos Agregación de nodos -

En la notación gráfica para el diseño de hiperdocumentos hemos añadido dos símbolos para adaptar el modelado orientado o objetos OMT (Rumbaugh, 1996): las líneas que representan los enlaces incorporan una flecha para indicar su dirección y un círculo negro en la línea del

enlace para indicar la presencia de un enlace alternativo (figura 1).



UN CASO PRÁCTICO

En la última investigación realizada para el desarrollo de MADHEA hemos aplicado esta metodología en el diseño del entorno hipertextual al curso de postgrado en Documentación Digital. A continuación mostraremos la fase de diseño de este material correspondiente al modelado orientado a objetos.

El postgrado se estructura en tres módulos y en cada módulo hay siete unidades o lecciones. La arquitectura de la información de las 21 unidades del curso es muy similar, en todas ellas hay los siguientes apartados:

- Un artículo central con los contenidos esenciales de la unidad
- Documentos complementarios al artículo central
- Referencias externas a documentos complementarios al artículo central
- Ejercicios de autoevaluación
- Ejercicios finales de evaluación
- Foro de debate sobre un tema sugerido por el profesor
- Tablón de anuncios del profesor
- Tablón de anuncios de los directores del postgrado
- Buzón de incidencias sobre el propio hiperdocumento
- Zona de charla distendida
- Información general sobre como utilizar el entorno hipertextual, consejos sobre como organizar el estudio (guía didáctica), las fechas clave del proceso de enseñanza...

La materialización de estos elementos en nodos y enlaces hipertextuales se realizó utilizando la representación orientada a objetos que proporciona MEDHEA. El primer paso de esta metodología consiste en identificar las clases de objetos que corresponden a los tipos de nodos implicados en el hiperdocumento:

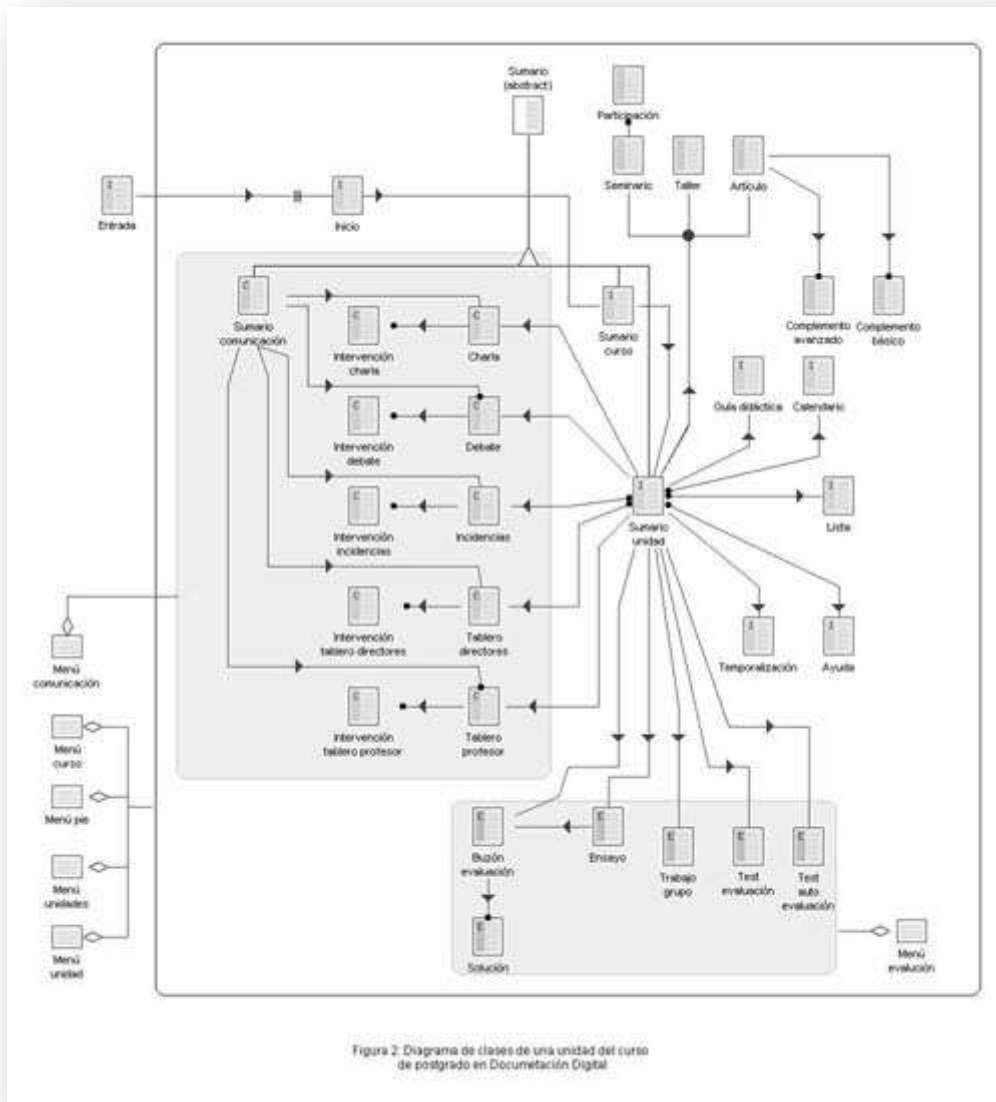
- Clase artículo
- Clase complemento básico
- Clase complemento avanzado
- Clase test de autoevaluación
- Clase ensayo
- Clase test evaluación
- Clase debate
- Clase charla
- Clase tablón profesor
- Clase sumario
- Distintas clases de información general como calendario, lista de participantes, temporalización, guía didáctica, ayuda...

Esta definición de clases se realizó de acuerdo con los siguientes criterios:

- Las referencias externas no forman un objeto sino una relación entre un objeto del hiperdocumento y un objeto externo de Internet
- Los distintos tipos de ejercicios de fueron modelados con las clases ensayo, test evaluación y test autoevaluación. Todas las clases relacionadas con la evaluación tienen en común una relación de agregación con la clase "menú de evaluación" y constituyen una unidad de navegación.
- Los contenidos de las unidades pueden ser de tres tipos: seminario, taller o artículo
- El foro de debate, la charla distendida, el buzón de incidencias, el tablero del profesor y de los directores forman un grupo de nodos especializados en gestionar la comunicación entre los directores del postgrado, el profesor y los participantes. Estos nodos fueron modelados con las clases debate, charla, incidencias, tablero directores y tablero profesor. Todas las clases relacionadas con la comunicación tienen en común una relación de agregación con la clase "menú de comunicación" y también constituyen una unidad independiente de navegación.
- El sumario a cada unidad, el sumario del curso y el sumario de comunicación son subtipos de la clase abstracta "sumario".

El siguiente paso de diseño que propone MEDHEA consiste en identificar las asociaciones entre objetos (enlaces hipertextuales unidireccionales entre tipos de nodos) para poder representar el diagrama de clases. En la figura 2 aparece el diagrama de clases resultante de aplicar el modelado orientado a objetos a los hiperdocumentos de las unidades del curso "Documentación Digital" (9).

El diseño lógico continua con la creación de un diagrama de instancias para cada una de las unidades del curso. Finalmente, en función de la tecnología a utilizar, se aplicaría el diseño tecnológico para adaptar a cada elemento del diseño lógico a implementaciones concretas generadas por la tecnología elegida.



CONCLUSIONES

Cualquier tipo de diagrama de representación permite expresar por anticipado las características de la estructura de navegación de un hipertexto y de este modo facilitar la depuración del diseño antes de iniciar su creación. La orientación a objetos es un nuevo paradigma para el diseño de aplicaciones informáticas que permite reducir la complejidad de forma segura y robusta. Este nuevo paradigma de diseño puede aplicarse de manera natural al diseño de hiperdocumentos en general y al diseño de materiales hipertextuales de aprendizaje en particular para conseguir hiperdocumentos más navegables y mejor diseñados.

Los diagramas gráficos del modelado orientado a objetos ayudan en la toma de decisiones durante el diseño de hiperdocumentos porque representan de manera sencilla y compacta los elementos esenciales de la navegación hipertextual: fragmentación de la información en nodos, tipos de nodos, enlaces hipertextuales, tipos de enlaces y conjuntos de nodos que forman una unidad de navegación.

BIBLIOGRAFÍA

Campbell, Brad and Joseph M. Goodman (1988) "HAM: A General Purpose hypertext Abstract Machine". Communications of the ACM, vol 31, no. 7, July 1988.

Codina, Lluís (1996). El llibre digital. Una exploració sobre la informació electrònica i el futur de l'edició. Barcelona: Centre d'Investigació de la Comunicació, 1996

Garzotto, Franca; Paolo Paolini and Daniel Schwabe (1993). "HDM - A Model-Based Approach to Hypertext Application Design". ACM transactions on Information Systems, vol. 11, no.1, January 1993.

Halasz, F. and M. Schwartz (1994). "The Dexter Hypertext Reference Model". Communications of the ACM, vol 37, no. 2, February, 1994

Isakowitz, Thomas; Edward A. Stohr and P. Balasubramanian (1995). "RMM: A Methodology for Structured Hypermedia Design". Communications of ACM, vol. 38, no.8, August 1995.

Lange, Danny B. (1990). A Formal Model of Hypertext. In J. Moline, D. Benigni and J. Baronas (eds.) Proceedings of the Hypertext Standardization Workshop. Gaithersburg, Maryland, 1990.

Lange, Danny B. (1994). An Object-Oriented Design Method for Hypermedia Information Systems. Proceedings of the Twenty-Seventh Annual Hawaii International Conference on Systems Sciences, 1994.

Resenfield, Louis and Peter Morville (1998). Information Architecture for the World Wide Web. Cambridge: O'Reilly, 1998

Rovira, Cristòfol (1999b). Aula hipertextual <http://www.aulahipertextual.com>

Rovira, Cristòfol (1997a). Entornos hipertextuales de aprendizaje. En Pilar Cid y Jaume Baró (eds.) Anuari Socadi de Documentació i Informació. Barcelona: SOCADI, 1997

Rovira, Cristòfol (1997b). La Intranet Documental: una eina per a la docència en documentació. Comunicació presentada en las 6es. Jornades Catalanes de Documentació. Barcelona, 1997

Rovira, Cristòfol (1998). L'hipertext i la recuperació d'informació en el Web. En Jaume Baró (ed.) Cercar i col·locar informació en el World Wide Web. Barcelona: Llibres de l'Índex, 1998

Rovira, Cristòfol (1999a). "Documents hipertextuals per a entorns virtuals d'aprenentatge". DIGIT·HVM. Revista Digital d'Humanitats, vol 1. <http://www.uoc.es/humfil/digithum/>

Rumbaugh, James et al. (1996). Modelado y diseño orientados a objetos. Madrid: Prentice Hall, 1996.

Schwabe, Daniel and Simone D.J. Barbosa (1994) "Navigation Modeling in Hypermedia applications". Technical Report MCC 42/94, Departamento de Informática, PUC-Rio, 1994.

Schwabe, Daniel, Gustavo Rossi and Simone D.J. Barbosa (1996). Systematic Hypermedia Application Design with OOHD. Proceedings of the ACM International Conference on Hypertext (Hypertext '96), Washington, 1996.

Stotts, P. David and Richard Furuta (1989). "Petri-Net-Based Hypertext: Document Structure with Browsing Semantics". ACM Transactions on Information Systems, vol. 7 no. 1, January, 1989

Tomba, Frank W (1989). "A Data Model for Flexible Hypertext Database Systems". ACM Transactions on Information Systems, vol 7, no, 1, January 1989.

Notas

(1) Metodología para el Diseño de Hiperdocumentos para la Enseñanza - Aprendizaje
 (2) Entendemos que un hiperdocumento es un documento digital accesible de forma no secuencial y que un sistema de gestión de hipertextos (SGH) es la aplicación informática que permite crear y gestionar hiperdocumento. Utilizaremos los términos "hipertexto" y "hipermedia" como sinónimos a hiperdocumento.
 (3) Este postgrado se imparte de manera no presencial y a través de Internet por los Estudios de Ciencias Políticas y Gestión Pública de la Universidad Pompeu Fabra de Barcelona. Tiene una duración de 155 horas distribuidas en los siguientes módulos:

1. Hipertextos y publicaciones digitales
2. Organización de la información y sistemas de gestión de bases de datos
3. La explotación de los recursos digitales de Internet.

Todo el material didáctico está en formato hipertextual implementado con tecnología Web.

La segunda edición de este curso se realizará entre febrero y mayo del 2000. Para más información <http://docdigital.upf.es>

(4) A partir de ahora "Web"
 (5) Sistemas de Gestión de Hipertextos
 (6) Generalmente el término "objeto" significa "instancia de objeto", nosotros consideraremos a los dos términos sinónimos.
 (7) Rumbaugh (1996: 56) denomina a este concepto "multiplicidad".
 (8) Cualquier número natural excepto el cero y el uno
 (9) En la sede Web "Aula hipertextual" <http://www.aulahipertextual.com> está disponible el diseño completo del curso de postgrado en Documentación Digital