

Nuevos patrones en la representación y la visualización de la información para entornos distribuidos: del tesoro al *Topic Map*

José Antonio Moreiro González / joseantonio.moreiro@uc3m.es

Juan Llorens Morillo / llorens@ie.inf.uc3m.es

Jorge Morato Lara / jorge@ie.inf.uc3m.es

Sonia Sánchez Cuadrado / ssanche@ie.inf.uc3m.es

David García Martul / dgmartul@bib.uc3m.es*

RESUMEN

El surgimiento de una nueva realidad informativa, con la aparición de recursos de información en formatos electrónicos, ha hecho necesario acudir de manera sustantiva a los lenguajes documentales, y de forma especial a los tesauros, como herramientas para la indización y recuperación tanto de documentos textuales como de *software* y herramientas de programación. No obstante, por parte de los documentalistas se ha hecho necesario repensar los tesauros para adaptarlos no sólo a la recuperación de los nuevos objetos informativos, sino a las nuevas formas de acceso y a las nuevas capacidades de navegación del usuario a través del hipertexto. Se describe y valora el estado de la cuestión en la evolución de los tesauros para adaptarse a esta nueva realidad, con especial incidencia en los mapas conceptuales y los *topic maps* como entornos dinámicos mejor adecuados a una recuperación más semántica y contextual dentro de entornos de información distribuida.

Palabras clave: thesauri, mapas conceptuales, topic maps, ISO/IEC 13250:1999, sistemas de información distribuida, sistemas de visualización de la información, organización del conocimiento.

New patterns for representing and visualizing the information for distributed contexts: from the thesaurus to the topic map

ABSTRACT

The appearance of resources of information in electronic formats has made it necessary to come in a substantive way to the documentary languages and especially to the thesauri as a tool for indexation and the recovery both of textual documents and programming tools. On the part of the document makers it has become necessary to rethink the thesauri and adapt them not only to the recovery of new informative objects but to new forms of access and to the new capacities of hypertext navigation. The situation is described and evaluated for the evolution of thesauri to adapt to this new reality with special emphasis on conceptual maps and topic maps as dynamic environments better adapted to a more semantic recovery inside contextual environments of distributed information.

Key words: thesauri, conceptual maps, topic maps, ISO/IEC 13250:1999, network information systems, systems of information visualization, knowledge organization.

* Los profesores Llorens Morillo, Morato Lara y Sánchez Cuadrado pertenecen al Departamento de Informática de la Universidad Carlos III de Madrid. Los profesores Moreiro González y García Martul pertenecen al Departamento de Biblioteconomía y Documentación de esa misma Universidad. Se integran todos en un grupo que lleva siete años investigando la automatización de los tesauros.

INTRODUCCIÓN

La presencia de una nueva realidad informativa, con diversos recursos en formato electrónico, ha acentuado la necesidad de contar con los lenguajes documentales, y de forma especial con los tesauros, como herramientas para la indización y recuperación de documentos. Entendiendo que la concepción de documento se ha modificado para englobar una realidad más compleja tanto por sus contenidos como por su estructura, sus formatos, su difusión y su acceso. Dada esta complejidad, se ha hecho necesario por parte de los profesionales de la información, entre otros, concebir los lenguajes documentales de una manera mucho más detallada en sus propiedades con objeto de adaptarlos no sólo a la recuperación de los actuales objetos informativos sino a las nuevas formas de acceder a ellos y a las capacidades del usuario a través del hipertexto para navegar entre ellos.

Es así como a causa de la demanda que por parte de las empresas se hace de sistemas de organización del conocimiento para un nuevo entorno de negocios, donde la gestión del conocimiento cobra especial relevancia a la par que las Nuevas Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) se difunden con rapidez, generando nuevas realidades como el comercio electrónico, la formación a distancia y nuevas formas de trabajo, se empiezan a definir nuevas herramientas de gestión como bases de datos, lenguajes de recuperación, lenguajes de marcado para la estructuración de documentos en Web (XML), lenguajes para la descripción del contenido de documentos (RDF) y finalmente sistemas diseñados para tratar la construcción de listas, glosarios, thesauri y sumarios que acabaron constituyéndose en una tecnología denominada *Topic Maps* (Park, 2002) y que hoy en día tiene una aplicabilidad que va más allá de la simple elaboración de lenguajes documentales hipertextuales.

Una de las primeras tecnologías empleadas como respuesta a la recuperación de información contextual e hipertextual que exigen los nuevos entornos de información, han sido las redes neuronales y las redes semánticas, tecnología que venía siendo estudiada desde los años 70's dentro de la Inteligencia Artificial y la Lingüística Computacional (Gómez *et al.*, 2004).

Las redes semánticas son un método común de representar el conocimiento en el campo de la inteligencia artificial, que busca establecer comunicación entre las personas y las máquinas. Uno de los mecanismos más usados es el de los grafos conceptuales, cuyos elementos constituyentes son conceptos y relaciones de conceptos. Los grafos o redes son colecciones ordenadas de nodos conectados por arcos que se usan para representar documentos. Un ejemplo es el grafo denominado red semántica, que representa las relaciones semánticas que se establecen en el texto, y que se pierden (a menudo) en otros sistemas de indización. Estas redes semánticas o redes asociativas tienen su origen en las propuestas del filósofo inglés Charles Peirce en el siglo XIX, que ideó notaciones gráficas para la lógica simbólica (Peirce, 1988). Aunque el precedente más conocido es el de los grafos teóricos propuesto por John Sowa (2000).

Los mapas conceptuales son asimismo una técnica para representar el conocimiento mediante gráficas. Las gráficas cognitivas son redes de conceptos. Las redes se componen de nodos (puntos / vértices) y enlaces (*arcs*: arcos / *edges*: márgenes, extremos, satélites). Los nodos representan conceptos y los enlaces representan las relaciones entre los conceptos. Comparados con el restringido número de relaciones de los tesauros, los mapas conceptuales ofrecen una red de relaciones más rica, sobre la que pueden soportar diferentes mecanismos de

razonamiento. El concepto que origina su estructura (nodo-enlace-nodo) es muy próximo a su equivalente en las redes hipertextuales y por consiguiente soporta la navegación de un modo muy natural. El uso de mapas conceptuales permite desarrollar mejores mecanismos de representación y recuperación, ya que las relaciones entre los conceptos se eligen teniendo en cuenta la modelización de las necesidades y expectativas de cada usuario.

Índices, glosarios y tesauros son formas diferentes de esquematizar las estructuras del conocimiento. Podemos ver un grafo conceptual para una oración gramatical: «Pedro come una manzana», donde los conceptos van entre corchetes, mientras las relaciones van entre paréntesis.

[Pedro] <- (agente) <- [comer] -> (objeto) -> [manzana]

Hasta cuando se inició la utilización de los mapas conceptuales, el Davenport Group buscaba medios que posibilitasen el intercambio de documentos entre ordenadores, e idearon el *DocBook* (Walsh, N. y Muellner, 1999), DTD muy conocida para desarrollar documentos SGML y XML.

Los conceptos, y a veces los enlaces, están etiquetados. Los enlaces pueden ser no direccionales, unidireccionales o bidireccionales. Los conceptos y los enlaces pueden categorizarse, pudiendo ser solamente asociativos, especificados o divididos en categorías como relaciones causales o temporales.

Los mapas de conceptos pueden hacerse con varios fines (<<http://users.edte.utwente.nl/lanzing>>, 2005):

- ◆ Para generar ideas (tormenta de ideas, etc.)
- ◆ Para diseñar estructuras complejas (textos largos, hypermedia, sitios Web, etc.)

- ◆ Para comunicar ideas complejas.
- ◆ Para ayudar al aprendizaje, al hacer patente la integración del nuevo conocimiento con el viejo.

La construcción de un mapa conceptual sigue este proceso (Anderson, Ditson, Ditson, 1998)

- 1) Selección de los conceptos que se representarán en el mapa.
- 2) Listado de esos conceptos.
- 3) Agrupación de los conceptos relacionados.
- 4) Ordenamiento de los mismos en forma bidimensional o tridimensional.
- 5) Enlace de cada par de conceptos mediante líneas etiquetadas en modo preposicional o proposicional.

El mapa conceptual viene a complementar la función comunicativa del conocimiento que incumbe al lenguaje natural, al utilizar diagramas confeccionados mediante diferentes lenguajes visuales para representar gráficamente los conceptos y las relaciones que se dan entre ellos. Son una herramienta propicia a la hora de organizar nueva información e integrarla en el conocimiento existente, ya que su construcción ayuda a reconocer nuevas relaciones entre conceptos y a refinar la comprensión de las relaciones existentes. Tal es la importancia de estos sistemas de representación de información que en los últimos años se han desarrollado numerosos ejemplos de editores de mapas conceptuales. Cada editor tiene una serie de características en función de la finalidad que persigue. A efectos de este trabajo han resultado significativos aquellos que tienen una capacidad de exportación a lenguajes de intercambio de información (*CmapTools*) y/o aquellos que utilizan recursos léxicos como y para aportación al conocimiento (*Thinkmap*).

LOS *TOPIC MAPS* (GARSHOL, 2002)

Un paso más dentro de los mapas conceptuales se daría al aparecer el nuevo estándar ISO/IEC¹. Se partía del convencimiento de que en cualquier actuación que buscara establecer un «principio fundamental de organización para la creación y mantenimiento de la información»², tenía que aprovecharse obligatoriamente la utilidad que ofrecen los hiperenlaces. El fin de los *Topic Maps* (Pepper, <http://www.ontopia.net>), consiste en proporcionar acceso a la información existente en diferentes redes semánticas, como pueden ser los propios tesauros. De hecho, su aplicación inmediata han sido los diferentes recursos que pretenden proveer el acceso a la información desde algún modelo de conocimiento, así como la generación de nuevos recursos terminológicos: equivalentes electrónicos en índices, tablas de contenidos, glosarios, tesauros, referencias cruzadas, etc. No debe extrañarnos que se utilicen los *Topic Maps* para crear tesauros, puesto que los tesauros no son sino una simplificación del esquema, más amplio, que proponen aquellos. Veamos primero las características del estándar *Topic Maps*, tanto en su naturaleza instrumental como conceptual, para luego señalar las diferencias y semejanzas que existen entre esta propuesta y la más clásica y conocida de los tesauros.

La Norma ISO/IEC 13250 *Topic Maps* define el modelo y la sintaxis de intercambio para formalizar Mapas conceptuales. Esta norma internacional aporta los signos estandarizados necesarios para representar la información de los diferentes recursos desde la

definición de los conceptos y las relaciones que existen entre ellos (Rath). Así, un conjunto de uno o más documentos que utiliza la notación definida por este estándar, origina un mapa conceptual o temático (*topic map*). Precisamente por la estructuración semántica que ofrece de los enlaces en la red se denomina a esta norma «el GPS del universo de la información», en cuanto solución para navegar y organizar los extensos y continuamente crecientes recursos de información (publicaciones de todo tipo y, en especial, sitios Web), y para establecer un puente entre los campos del conocimiento y la gestión de la información.

La puesta en práctica de los *topic maps* se ideó para arquitectura SGML con notación de HyTime. La DTD del estándar ISO/IEC 13250:2000 se ha mantenido en HyTime. No obstante, esta notación cayó en desuso tras la aparición de XML. En este caso las causas del desplazamiento de la notación de HyTime se deben a la creación de una DTD para crear *topic map* en XML, denominada XTM (*X topic map*), y al auge que ha obtenido XML. En cualquier caso, actualmente se pueden encontrar ejemplos de ambos lenguajes en la Web (J. Algermissen)³. Dada la novedad del estándar *topic map* y su todavía escasa implantación en la Web, se ha considerado oportuno revisar, en primer lugar, sus elementos principales para luego centrarnos en su análisis y perspectivas futuras.

Las ideas fundamentales de la norma son la representación de los conceptos o elementos de recuperación de la información, los diferentes casos que ofrecen (agrupamientos de objetos

1 El término *Topic Navigation Maps* fue acuñado por Michel Biezunski quien diseñó y editó originalmente la arquitectura, y fue aceptado en 1996 por el grupo de trabajo SGML dentro de la ISO. El texto completo del estándar ISO/IEC 13250:1999 sobre *Topic Maps* se puede encontrar en <http://www.infoloom.com/Topic Mapsstands>. Pero hay una segunda edición de mayo de 2002 cuya DTD se encuentra en XML. *op cit.*

2 Pepper, Steve. Euler, *Topic Maps, and Revolution*, 1998, <<http://www.infoloom.com/Topic Mapssample/pep4>> [consultado el 02 de febrero de 2005]. Su éxito se tradujo en la aprobación del estándar *Topic Maps*: ISO 13250. International Organization for Standardization, ISO/IEC

3 Ontopia Omnigator, de Ontopia, contiene demo y *shareware* disponible en: <<http://www.ontopia.net/omnigator/models/index.jsp>>; K42, de Empolis, contiene demo y una muestra *shareware* disponible en: <<http://k42.empolis.co.uk/demo/demo.html>>13250. *Information Technology- SGML Applications- Topic Maps*. Geneva: ISO, 2000.

direccionables de información alrededor de los conceptos), y las relaciones (asociaciones) que se dan entre ellos. Los conceptos clave que conforman un *topic map* son (Moreira, Sánchez, Morato, 2002):

- ◆ *Topic*
- ◆ *Topic Type*
- ◆ *Topic Occurrence*
- ◆ *Occurrence Role*
- ◆ *Topic Association*
- ◆ *Association Type*
- ◆ *Scope y Theme*
- ◆ *Public Subject*
- ◆ *Facets*

En sentido amplio, un *topic* representa en el *topic map* a una persona, entidad o asunto, es decir, algún concepto abstraído de una realidad cualquiera. La abstracción puede ser individual, es decir, puede referirse a sujetos particulares (por ejemplo, Madrid, que sería la abstracción de la ciudad existente en la realidad), o puede hacer referencia a sujetos generales (por ejemplo, ciudad, que se correspondería con la abstracción de todas las ciudades que han existido en la historia de la humanidad). Formalmente, el término concepto «*topic*» designa un elemento perteneciente a un mapa conceptual que representa a una materia (*subject*), esta existe sólo como referente (ideal) de los *topic*, pues para denominarlo sería necesaria una definición. En cierta manera, como representante abstracto de un concepto, una materia (*subject*) se corresponde con lo que Platón llamaba *idea* en el mito de la caverna: los términos son sombras de los conceptos, algo que no se puede representar realmente. Así, varios *topics* pueden referirse al mismo *subject*, ya que, entre otras posibilidades,

caben los sinónimos. Un *topic* es un concepto infinito que, consecuentemente, nunca puede ser atrapado en su totalidad. Un tipo de concepto, en fin, que nunca queda definido totalmente porque depende de la casuística que viene dada por los *topics*. Sin embargo, habitualmente ambos significados se fusionan cuando nos referimos a ellos usando el término concepto.

Los conceptos (y sus respectivos tipos) varían según varíe la información que se esté tratando. En efecto, si se está hablando de documentación relativa a *software*, los conceptos representarán funciones, variables, objetos y métodos informáticos, mientras que si la información es relativa a botánica, los tópicos se referirán a plantas, algas y sus funciones⁴. Partiendo de esta definición de *subject*, y teniendo presente en todo momento que el *topic* es la representación en lenguaje XML del *subject*, consideremos ahora los conceptos clave que conforman un *topic map*:

Los *topics* tienen tres características principales: su denominación (*Topic names*), sus apariciones o casos (*occurrences*) y su rol en las asociaciones (*role associations*). Dos *topics* con características equivalentes se consideran semánticamente idénticos.

El *topic name* hace referencia a las diferentes formas de denominación que puede tener un *topic*: así París, capital de la luz, Lutecia, o 75 (código departamental) son diferentes formas de llamar al mismo concepto. Existen varios tipos de nombres posibles para un *topic*: formal, simbólico, apodo, ... La forma que el estándar propone para el nombre incluye obligatoriamente la forma normalizada (*base name*).

4 Según Pepper, el concepto de *subject* fue definido en primera instancia como un constructo mental que surge de un objeto: «el corazón invisible de cada *topic* es el *subject* que su autor tenía en mente cuando lo creó». Pepper, S.- «Euler, Topic Maps, and Revolution», <http://www.infoloom.com/TopicMapssample>. Consultado el 10/02/2005.

El *base name* es un elemento obligatorio y representa la forma usual de hacer mención al *topic*. Es complementario del identificador interno (*id*). Los *base name* deben de ser únicos en un dominio determinado bajo un *scope* dado. Además el *topic* puede tener otras denominaciones (*alternative names*), como el (*display name*), que es la forma en la que se mostrará al usuario, y el (*sort name*), que es como se ordenará alfabéticamente cuando se saque un listado.

Mientras que el *topic type* es una manera de agrupar los conceptos, mediante la relación que se establece entre una clase y sus instancias, lo que guarda un gran parecido con la relación clase-instancia jerárquica de los tesauros. Un *topic type* podría ser «país» y sus instancias los *topics* «España», «México», «Brasil», «Colombia», etc. Aunque los *topics* sean considerados como instancias de los *topic types*, éstos a su vez pueden ser considerados como *topics*. Así, un *topic* puede ser «Madrid» y también puede serlo «ciudad», sin que esto impida que, al mismo tiempo, «Madrid» sea una instancia del *topic type* «ciudad». Los *topic types* varían en función del tipo de información con la que estemos tratando, es decir, los conceptos que dan lugar a los *topics* cambian en cada caso.

Cada *topic* tiene, al menos, una aparición o caso (*occurrence*), que es un puntero dirigido a la fuente de información donde el concepto es relevante. Las *occurrences* pueden ser de varios tipos; cada uno de ellos se denomina *occurrence rol*. Las *occurrences* son los casos relevantes, o ejemplos significativos de un *topic* y suelen estar fuera del documento, o documentos, que se toman como referente del *topic map* en cuestión. En sentido estricto son los *links* a otros recursos informativos en los que aparecen los ejemplos citados, y que, aunque ajenos al *topic map*, mejoran la comprensión de un *topic*. Así, los *topics* y sus *occurrences* se sitúan a dos niveles distintos. Igual

que en el caso de los *names*, un *topic* puede estar enlazado (*link*) a una o más *occurrences*. Al igual que los *topics* se pueden clasificar en *topic types*, las *occurrences* se pueden agrupar en *occurrences role*. Las *occurrences* pueden ser de distintos tipos en función del recurso al que se enlace, esto es, pueden ser páginas Web, artículos, monografías, comentarios, etc., y a esto es a lo que se le conoce como *occurrence role*. Debe resaltarse que la mayoría de estas *occurrences* suelen ser externas al *topic map*, siendo una situación análoga a la que siempre ha existido entre un tesauro y la indización de documentos que se realiza con su aplicación.

Contamos con dos tipos de *occurrences*: *resourceRef* que es un enlace a un recurso externo de información; y *resourceData* que es algún dato no externo que se facilita, como puede ser una definición.

Las ideas de *topic*, *topic type*, *topic name*, *occurrence* y *occurrence rol* permiten organizar las fuentes de información de acuerdo con los *topics*, así como establecer índices.

El *topic* no se define sólo por su denominación (*topic name*), sino por sus relaciones (*associations*) y su ámbito (*scope*). En un tesauro se define el término mesa, pero en los *topic maps* se define *esta* mesa, que *está en* este edificio, que *sirve* para esto, ...de forma que se puede trabajar con instancias, con elementos concretos, mientras que el tesauro se inclina hacia lo genérico de los términos. Precisamente, esta norma alcanza su mayor importancia por la riqueza de agrupaciones que permite establecer *asociaciones* entre los conceptos, de acuerdo con las posibilidades que ofrecen la lógica y la semántica de mundo, la vida. Cada concepto participante en una asociación posee un *rol de asociación* que determina el papel que desempeña el concepto en la asociación. La *topic association* es la relación que se establece entre *topics*.

Formalmente es un elemento que enuncia la relación entre dos o más *topics*. Las *topics association* están compuestas por dos o más *topics* y por las formas verbales que los unen.

Un ejemplo puede ser:

Miguel de Cervantes ESCRIBIÓ El Quijote

[<Topic><Association><Topic>]

Donde el concepto *Cervantes* cumple el papel de *Escritor*, que a su vez sería otro concepto (*Topic type*), mientras que a *El Quijote* le correspondería el papel de *obra narrativa*, que a su vez es un nuevo concepto (*Topic type*). Los tipos de asociación (*Association type*) engloban cuantas asociaciones puedan darse: sinonimia, ubicación, generalización, vivir en, ... Si bien hay que determinar el ámbito en que esto es cierto, que Cervantes sea un escritor español del siglo XVII se determina por el *Theme Scope*, el tema o ámbito en que una relación es cierta. De esta manera podemos considerar que las asociaciones pueden ser transitivas, además pueden tener dirección, de forma que sean simétricas: si A entonces B, luego B entonces A, o asimétricas como sería el caso: si A nació en B, no puedo decir que B nació en A. Las asociaciones también pueden ser transitivas, es decir que si A entonces B y B entonces C, luego se puede afirmar que A entonces C. Esta cualidad ha permitido un desarrollo muy interesante alcanzándose la definición de *asociación taxonómica*, dentro de la cual se distinguen dos categorías:

1. **Tipos de asociaciones básicas**, una selección de las relaciones existentes en los tesauros, con prioridad en la relación parte - todo.
2. **Asociación de propiedades**, a partir de relaciones binarias y empleando como elementos de definición las anteriormente enunciadas

propiedades algebraicas. De este modo se clasifican cuatro asociaciones según la combinación de propiedades:

- ◆ *Relación de equivalencia*, aquella en la que los *topics* cumplen las propiedades reflexiva, simétrica y transitiva.
- ◆ *Relación de comparación parcial*, donde el *topic* cumple las propiedades reflexiva, antisimétrica y transitiva.
- ◆ *Relación de comparación total*, que concede al *topic* las propiedades reflexiva, antisimétrica y transitiva, pero implementadas con una propiedad conectiva.
- ◆ *Relación de comparación «más fuerte»*, caso que reconoce al *topic* las propiedades antireflexiva, antisimétrica y transitiva.

Como en los casos anteriores, las *topic associations* se pueden clasificar según la *association type*. La *association type* está definida por la forma verbal que une a los *topics*, es decir, la *association type* es la que define el verbo que une en cada caso a los *topics*. Ejemplos pueden ser: «nació en», «escrito por», «pertener a». Todos estos casos distintos constituyen, a su vez, los diferentes tipos de asociación. Cada una de las *association types* puede ser interpretada también como un *topic*. *Association role* es la función desempeñada por cada uno de los *topics* que participa en una asociación concreta. Por ejemplo, en «nació en» podríamos decir que los dos *topics* que une, deben ser la *association role* <personaje>/<lugar>. Cada vez que se asigna una característica a un *topic*, bien sea un *name*, una *occurrence* o un *role*, sólo se considera válida dentro de ciertos límites o contexto. Estos límites de validez pueden estar especificados de manera más o menos explícita y constituyen el *scope*. El límite de la validez de las asignaciones de cada *topic* se expresa mediante el conjunto de temas (*theme*) en los que las

asignaciones tengan lugar. Un ejemplo podría ser «banco» en el tema «financiero» o en el tema «pesca».

Algunas veces el mismo constructo es representado por más de un *topic link*. Esto ocurre cuando se mezclan dos *topic maps* (por ejemplo, «France» y «Francia» pueden ser dos *topics* distintos que en realidad representan el mismo *subject*). En estos casos hay que tener alguna forma para establecer la identidad entre *topics* aparentemente diferentes. El concepto que posibilita esta identidad es el de *public subject*, y el mecanismo usado es un atributo (el *identity attribute*) en el elemento *topic*. Estos atributos se dirigen a un recurso o fuente electrónica que identifica al *subject* en cuestión de la manera menos ambigua posible. Esta fuente puede ser oficial, un documento validable públicamente (por ejemplo una norma ISO) o puede ser simplemente una definición descriptiva dentro (o fuera) de uno de los *topic maps* considerados.

Cualesquiera dos *topics* que se refieran al mismo *subject* por significado de sus *identity attributes* son considerados semánticamente equivalentes a un *topic simple* que reúna las características de ambos *topics* (los nombres, ocurrencias y asociaciones).

La sintaxis XTM proporciona un modelo y una gramática para la representación de la estructura de fuentes de información empleadas para definir *topics*, y las asociaciones entre los *topics*. Las características de los sujetos abstractos definidos por los *topic* son definidos por los nombres, fuentes de información y las relaciones. Esta sintaxis permite la sistematización e intercambio de documentos *topic map* de acuerdo con una DTD definida en XML y publicada en la norma ISO/IEC 13250 de mayo de 2002. En el anexo de la norma se definen los siguientes elementos:

- ◆ <topicRef>: Referencia al elemento *topic*
- ◆ <subjectIndicatorRef>: Referencia al indicador de materia
- ◆ <scope>: Referencia al dominio concreto en el que se inserta el *topic*
- ◆ <instanceOf>: Señala a un *topic* que está representado en una clase.
- ◆ <topicMap>: es la unidad documental *topic map*
- ◆ <topic>: elemento *topic*
- ◆ <subjectIdentity>: materia concretada por el *topic*
- ◆ <baseName>: nombre normalizado de un *topic* o descriptor
- ◆ <baseNameString>: contiene la cadena de caracteres definida por el nombre normalizado
- ◆ <variant>: para alternar variedades del nombre *topic* normalizado
- ◆ <variantName>: para definir un nombre alternativo del descriptor
- ◆ <parameters>: define el contexto en el que aplicar el nombre alternativo
- ◆ <association>: representa una asociación o relación
- ◆ <member>: uno de los elementos en una relación
- ◆ <roleSpec>: Señala un *topic* que desempeña una función concreta en su relación con otro *topic*.
- ◆ <occurrence>: Se trata de la fuente de información a la que señala un *topic*.
- ◆ <resourceRef>: Referencia a una fuente
- ◆ <resourceData>: Marco de definición de elementos fuente.
- ◆ <mergeMap>: Para la unión con otro *topic map*.

Desde luego los mapas conceptuales son candidatos ideales para aplicarlos a cualquier tipo de texto y, en especial, a los científicos. Modular el texto es el primer paso para llegar a una solución adecuada (Novak, 1991: 45-49). La superestructura específica (capítulo-sección) de un texto de documentación científica se fracciona en cientos de microestructuras, algunas de las cuales se establecen como

autocontenidos que se muestran divergentes respecto al tema concreto de la macroestructura. Los mapas conceptuales conceden una perspectiva múltiple y concurrente de colecciones de documentos. La naturaleza estructural de estos enfoques es libre; pueden reflejar una aproximación orientada a objetos, o pueden ser relacionales, jerárquicas, ordenadas, desordenadas o mostrar cualquier otra posible combinación. Lo cual nos permite utilizar los mapas conceptuales:

- ◆ Para disponer como conceptos el contenido y los datos registrados en los documentos y permitir herramientas de navegación tales como índices, referencias cruzadas, sistemas de citas, o glosarios.
- ◆ Para agrupar conceptos enlazados y permitir la navegación entre ellos. Esta capacidad puede usarse para el ensamblaje de documentos virtuales, y para generar tesauros en cuanto interfaces hacia los *corpus*, las bases de conocimiento, etc.
- ◆ Para tamizar conjuntos de informaciones y establecer perspectivas adecuadas a usuarios o propósitos específicos. Así, este filtrado puede ayudar en la gestión de documentos multilingües, gestionar los modos de acceso dependiendo de los criterios de seguridad, suministrar visiones parciales de acuerdo con el perfil del usuario o los dominios del conocimiento, etc.
- ◆ Para estructurar los objetos de información desestructurados o para facilitar la creación de interfaces de usuario, orientadas a conceptos, que posibilitan la fusión de bases de información desestructuradas con otras estructuradas. El mecanismo de incrustación de los mapas conceptuales puede ser considerado como una especie de «mecanismo externo de valor añadido», en el sentido de que se impone una estructura arbitraria a la información sin alterar su forma original.

- ◆ Respecto a la visualización, los *Topic Maps* aportan una de las principales propuestas para visualizar la Web semántica (Chen, 2003). El hecho de que un *Topic Map* puede presentar miles de asociaciones de diferente tipología (*association types*, *roles*, *occurrences*, entre otros) supone un problema. Actualmente, entre las representaciones propuestas destacan los árboles, los *browsers* y los gráficos. A la hora de analizar estas representaciones se debe tener en cuenta que muestren tanto información local de los *topics* que interesan al usuario, como información sobre la localización de esos *topics* en el conjunto del *Topic Map*. Usar para ello árboles con hipervínculos es uno de los principales inconvenientes de este planteamiento, pues si bien la percepción del *Topic Map* es más sencilla para el usuario, no pasa lo mismo con los distintos elementos del *Topic Map*. La tipología de los *Topic Maps* (*topics*, *occurrences*, *roles*, *types*) hace que el usuario pueda desorientarse ante un árbol de estas características.

La notación LTM (*Linear Topic Map*) deriva de la sintaxis XTM, pero facilita considerablemente su manejo. Se trata de una sintaxis compacta desarrollada para el editor de *topic maps* OKS, pero que se encuentra soportado por otros editores de *topic maps* tales como TM4J. Está orientado a la escritura rápida de *topic maps* en editores de texto y para escribir ejemplos por correo electrónico en los grupos de discusión. La sintaxis no está reconocida por ningún organismo de normalización internacional, sin embargo se emplea de manera muy generalizada para las propuestas y comentarios en la discusión sobre edición de *topic maps*, y además complementa las dos sintaxis normativas: XTM y Hytime. La actual versión de LTM es la 1.2, (<<http://www.ontopia.net/download/ltn.html>>) y ya hay una propuesta de LTM 1.3 que todavía no ha sido aprobada (<<http://www.ontopia.net/topicmaps/materials/ltn-1.3-prop.html>>).

Además existe la familia de lenguajes AsTMa definidos en la universidad australiana de Bond University. Se trata de una sintaxis definida para resolver problemas en la edición de *topic maps*, tales como el excesivo empleo de sintaxis en la definición de *topic maps*, y por otro lado, facilitar que en un proceso ideal de generación automatizada exista un formato comprensible para el hombre de forma que la calidad global del *topic map* no se degrade con la automatización. Con el objeto de dar solución a algunos aspectos de la ingeniería del conocimiento en la relación de los *topic maps* con las ontologías se creó esta familia de lenguajes. El objetivo es definir una colección de notaciones dentro de un marco conceptual común y con un dominio conceptual común. Esto debe facilitar que todas las partes que integran el *topic map* tengan una vía de migración desde un *topic map* compilado a una ontología. Este marco común también permite definir una semántica coherente en las distintas partes del lenguaje.

1. RELACIÓN DE LOS *TOPIC MAPS* CON LOS TESAUROS.

Los *Topic Maps* se proponen para modelar redes semánticas. De modo que si nos centramos en la comparación entre un *Topic Map* y un tesoro vemos que éste no es sino un caso particularmente simple de *Topic Map*, donde tan sólo existen tres *association types*: (jerarquía, equivalencia y asociación) (Moreira, Sánchez, Morato, 2002).

Ciertamente, al partir ambas representaciones de modelos diferentes, el engarce entre ellas no siempre

es obvio. Así, no parece evidente que la diferencia entre los descriptores y los no-descriptores esté más ligada a la pareja [*subject-topic, base name*] o a la de [*topic base name-alternative names*]. Sin duda, la mayor desigualdad respecto a los tesauros viene del momento en que se idearon las propuestas. Desde su aparición, los tesauros fueron productos centralizados, incorporados a una única organización, y cuya presentación en formato electrónico es sólo una ventaja añadida, pero no es requisito imprescindible. Mientras que los *Topic Maps* son productos descentralizados, pensados para mejorar la cooperación entre distintas organizaciones y cuya naturaleza exige tener formato electrónico.

Muestra también interés la relación con la gestión del conocimiento (*Knowledge Management*). Podemos ver entre información y *Knowledge Management* la misma diferencia que existe entre tener un libro y saber la materia de la que ese libro trata. De modo que *Knowledge Management* comprende la generación, codificación y transmisión de la información, donde los *Topic Maps* se establecen como una herramienta de gran valor para esta codificación. Usando reglas que aseguren la inferencia, se puede proceder al *Knowledge Management* basándose en *Topic Maps*.

Si comparamos los conceptos que surgen de la normativa *Topic Maps* con aquellos propios de un tesoro con los que puede establecer alguna correlación o equivalencia, entre las características de ambos sistemas se determina la siguiente tabla comparativa⁵

5 Existen algunos conceptos propios de la norma *Topic maps* que no guardan ninguna correspondencia con los conceptos de los tesauros: como es el caso de *association*, *association role*, que tiene una larga trayectoria en procesamiento del lenguaje natural pero no en los sistemas de los tesauros, o el de *occurrence role* y que, por lo tanto, no caben en el esquema comparativo que aquí mostramos. Moreira, J. A.; Llorens, J.; Marzal, M. A.; Morato, J.; Sánchez, S.; Beltrán, P.- Construcción automática de *Topic Maps*, en *Actas del XX Congreso Brasileiro de Biblioteconomia, Documentação e Ciência da Informação. Dimensão Humana, Política e Econômica da Informação*. Fortaleza-Brasil, 2002 [Acesso/Construcción.h Topic Maps].

	Topic Map ISO 13250:2002	Tesauro ISO 2788:1986
Control del vocabulario	Extracción de los términos que representan los <i>topics</i> a partir del Corpus de Prueba previamente constituido.	Lenguaje post-coordinado
Dominios	Scope define el ámbito de aplicación y pertinencia de los <i>topics</i> .	Se define el dominio de acuerdo con la materia para la que se define el tesauro. Se definen facetas para orientarlo a cada materia.
Tipos de nodos	<i>Topic names</i> , que representan los términos aceptados y no aceptados del dominio.	Descriptores y no-descriptores de un dominio.
Relaciones	<i>Association types</i> . Los <i>Topic Maps</i> pueden tener un número de relaciones potencialmente infinito.	Relación de Jerarquía, Relación de Equivalencia Relación de Asociación.
Fuentes de información	Occurrences son los documentos señalados por una URL pertinentes a cada <i>topic</i> .	Los descriptores no siempre son términos incluidos dentro del propio documento.
Materias	<i>Public Subject</i> , son <i>topics</i> que definen una materia de forma universal (reconocidos por el consorcio OASIS) y definidos bien como <i>Subjects Identifiers</i> (por una URL) o bien como <i>Subjects Indicators</i> (un concepto definido en un documento)	Definidas por las facetas del tesauro.
Contenido Semántico	<i>Facets</i> , expresadas mediante pares atributo-valor, y que pertenecen a la descripción formal del <i>topic</i> y no a la semántico-conceptual.	Facetas (predefinidas en el tesauro)

CONCLUSIONES

Entre los límites que han ralentizado las posibles aplicaciones del nuevo paradigma de los *Topic Maps* debemos considerar:

- ◆ Su novedad, ya que dan un paso más con respecto a los más conocidos mapas conceptuales de navegación. No obstante ya están siendo ampliamente aplicados en los países nórdicos, Estados Unidos y Holanda para la organización de

páginas Web de instituciones públicas y de grandes corporaciones privadas como Kodak.

- ◆ En la práctica los tesauros suelen estar contruidos manual o semi-manualmente. Sin embargo, en los *topic maps*, y debido al número de relaciones que pueden tener, el tratamiento manual hace poco rentable la elaboración de este sistema de organización del conocimiento.
- ◆ Los *topic maps* son una solución de continuidad al paradigma de la Web semántica: al permitir la navegación contextual en línea y la recuperación entre sistemas de información distribuidos e interoperables, mediante la creciente ponderación de más tipos de relaciones semánticas, especialmente de las relaciones asociativas. Es por ello que se hacen necesarios sistemas que permitan la generación automática de *topic maps*. En ellos se deben seleccionar los *topics* mediante reglas de generación, recursos terminológicos, lenguajes documentales preexistentes (tesauros, clasificaciones, ontologías, *topic maps*). Por otro lado, se deberán crear asociaciones mucho más complejas que necesiten de algoritmos específicos de inteligencia artificial⁶.
- ◆ Una de las razones que explican el éxito de los tesauros es su simplicidad conceptual, con una estructura básica sencilla y limitados tipos de relación. Mientras que en los *topic maps*, el motivo que los originó ha sido el deseo de facilitar el acceso a diferentes recursos en distintos formatos, lo cual propició la generación de una estructura flexible, con gran riqueza de relaciones.
- ◆ Las restricciones necesarias relativas a su validación y corrección:
 - ◆ Un *Topic Map* puede presentar miles de *topics* y *associations*, por lo que no resulta práctico revisarlas manualmente para identificar posibles inconsistencias y errores. Ni el

estándar ni las DTD relacionadas sugieren ningún mecanismo para solventar estos problemas.

- ◆ Las reglas que se han propuesto para asegurar la consistencia se centran principalmente en ver qué *association role types* son validas para determinada *association type*, así: con los *role types* podemos decir que en León <provincia> hay Chopos <árboles>, pero resulta absurdo decir que en un <árbol> hay una <provincia>.
- ◆ La validación presenta problemas cuando, tras una fusión o una generación de un *Topic Map* a partir de PLN, se puede llegar a *associations* redundantes y hasta incompatibles. Entendemos que *associations* redundantes son aquellas que no aportan información, al poderse obtener los mismos datos mediante otras *associations*. Mientras que incompatibles son aquellas *associations* que mediante la propiedad transitiva pueden indicar diferentes tipos de relaciones referidas al mismo concepto. Si se quieren validar estas *associations* hay que disponer de reglas que comprueben la coherencia del resultado.

Pese a lo anterior, los *Topic Maps* presentan evidentes ventajas:

- ◆ Una mayor riqueza semántica, tanto desde el punto de vista de relaciones entre *topics* como de caracterización del vocabulario.
- ◆ Desde una perspectiva muy restrictiva, un *topic map* es un tesoro facetado en cuanto que se va conformando por dominios (*scope* y *themes*).
- ◆ Ofrece la posibilidad de fusionar distintos dominios sin que eso suponga la pérdida de información.
- ◆ El *topic map* establece una serie de relaciones que van marcadas por los verbos que unen a los *topic*, lo que en un tesoro no era posible porque

6 Rath, H. H. - Technical Issues on Topic Maps, en *Proceedings of Metastructures 99 Conference*. Alexandria: GCA, 1999.

se definían las relaciones por proximidad (equivalencia, asociación y jerarquía) semántica y conceptual entre sustantivos.

- ◆ Cierta capacidad de automatización, al estar más próxima al lenguaje natural en las *association types*.
- ◆ Los *topic maps* proporcionan semántica a elementos que están en la Web al organizarlos y describirlos, a modo de metadata, pero sin necesidad de modificar los recursos que ya están en la red⁷.
- ◆ Definición de perfiles de usuarios: mediante el *scope* y el *theme* permite adaptarse a distintas comunidades compartiendo recursos informativos.
- ◆ Navegabilidad e inferencia mediante estructuras semánticas.
- ◆ Interoperabilidad con otras estructuras de conocimiento, permitiendo una gestión descentralizada.

ÍNDICE DE RECURSOS EN INTERNET SOBRE TOPIC MAPS

NORMATIVAS

- ◆ ISO/IEC 13250 Topic Maps - Documento de referencia para la especificación, en <http://www.y12.doe.gov/sgml/sc34/document/0322.htm>
- ◆ Datatypes for XML Topic Maps (XTM) - Propuesta para una norma sobre indicadores de materia publicados para un esquema en XML, en <http://kmi.open.ac.uk/psi/datatypes.html>
- ◆ A Guide to the XTM Syntax - Se trata de una guía sobre XTM 1.0, en http://www.infoloom.com/xtmg_intro.htm
- ◆ OASIS Published Subjects - Página Web del Consorcio OASIS, en <http://psi.oasis-open.org/>

- ◆ The Reference Model for ISO 13250 Topic Maps - Proporciona un marco conceptual para la definición de aplicaciones Topic Map, en <http://www.isotopicmaps.org/rm4tm/>
- ◆ Standard Application Model for Topic Maps - Se trata de un modelo de datos formal que será empleado para definir sintaxis (XTM, HyTM) y también para el establecimiento de un lenguaje de consulta (TMQL) y un lenguaje esquema (TMCL), en <http://www.isotopicmaps.org/sam/>
- ◆ Topicmaps.net's Processing Model for XTM 1.0. - Modelo de procesamiento, propuesto por Topicmaps.net. Define reglas para el procesamiento de documentos *topic map* con el objeto de reconstituir el significado de la información que se desea transmitir, en <http://www.topicmaps.net/pmtm4.htm>
- ◆ XML Topic Maps - XTM 1.0 - La especificación XTM 1.0 es una sintaxis XML para la definición de una sintaxis e intercambio de Topic Maps, en <http://www.topicmaps.org/xtm/1.0/>

GRUPOS DE TRABAJO Y COMITÉS TÉCNICOS

- ◆ ISO/IEC SC 34/WG 3 - Information Association - SC34 es un subcomité del Comité Técnico Conjunto de la ISO/IEC. WG3 es responsable, entre otras normas, de ISO 13250, en <http://www.isotopicmaps.org/>
- ◆ OASIS GeoLang TC - Comité Técnico dedicado al desarrollo de materias publicadas para lenguas, países y regiones, en http://www.oasis-open.org/committees/tc_home.php?wg_abbrev=geolang
- ◆ OASIS Topic Maps Published Subjects TC - Comité técnico dedicado a promocionar el uso de materias publicadas como se definen en la norma ISO 13250, mediante la especificación de requisitos y

⁷ Garshol, Lars Marius. - *Metadata? Thesauri? Taxonomies? Topic Maps*, en <http://www.ontopia.net/topicmaps/materials/tm-vs-thesauri.html>. Consultado el 08/02/2005

recomendaciones, en http://www.oasis-open.org/committees/tc_home.php?wg_abbrev=tm-pubsubj

- ◆ OASIS XMLvoc TC - Comité técnico dedicado al desarrollo de materias publicadas para normas y tecnologías en XML, en http://www.oasis-open.org/committees/tc_home.php?wg_abbrev=xmlvoc
- ◆ TopicMaps.Org - El consorcio TopicMaps.Org ha desarrollado XTM, la especificación XML para Topic Maps en el año 2000, en <http://www.topicmaps.org/>

SOFTWARE Y HERRAMIENTAS

- ◆ GooseWorks - Para la implementación de fuentes informativas en un modelo de referencia. Se permite el acceso a Demos. <http://www.gooseworks.org/>
- ◆ Mondeca Intelligent Topic Manager - ITM es un *software* que emplea la base de datos Oracle, gestor de grafos, y tecnología J2EE. ITM permite la representación íntegra y la gestión de vocabulario, bases de conocimiento y documentación, en <http://www.mondeca.com/>
- ◆ Ontopia Knowledge Suite - OKS es una completa solución *software* para la construcción de portales y aplicaciones, en <http://www.ontopia.net/solutions/products.html>
- ◆ Ontopia's Omnigator - Omnigator es un navegador *topic map* descargable gratuitamente que trabaja con el motor de Ontopia, en <http://www.ontopia.net/omnigator/models/index.jsp>
- ◆ Perl XTM - Perl son interfaces para XTM, desarrollados por el autor del lenguaje AsTMA Robert Barta, en <http://search.cpan.org/dist/XTM/>
- ◆ SemanText - Se trata de un prototipo de aplicación desarrollada para demostrar cómo la norma puede ser empleada para representar redes semánticas, en <http://www.semantext.com/>
- ◆ Simple Topic Maps Management - Herramienta gratuita Perl para la gestión de Topic Maps. Recoge *topic maps* en bases de datos relacionales

empleando un interfaz Web, en <http://www.geocities.com/xtopicmaps/>

- ◆ TMAPI - El interfaz para programar aplicaciones comunes para *topic maps* es un esfuerzo colaborativo para definir aplicaciones *topic maps*, en <http://www.tmapi.org/>
- ◆ TM4J - Un paquete de herramientas escritas enteramente en Java. Incluye un analizador, un modelo de datos, mecanismos para el almacenamiento persistente y en memoria y un motor de búsqueda, en <http://tm4j.org/>
- ◆ tmproc - Un generador de *topic maps* escrito en Python, en <http://www.ontopia.net/software/tmproc/>
- ◆ TMTab - TMTab es un plug-in para Protégé-2000, que permite la edición de *topic maps* y exportación de ontologías en XTM, en <http://www.techquila.com/tmtab.html>
- ◆ Topic Map Designer - Se trata de una herramienta gratuita para el diseño, edición, navegación en *topic maps* de pequeño tamaño, en <http://www.topicmap-design.com/>
- ◆ xSiteable - Una mediana herramienta de creación de website mediante el empleo de XSLT, en <http://shelter.nu/xsiteable/index.html>
- ◆ XSLT for ISO 13250 to XTM 1.0 transformations - Documentos públicamente adquiribles de muchos vendedores. Para la transformación de documentos en XSLT a sintaxis en XTM en version 1.0. En: <http://www.cogx.com/xslt4tm2xtm.htm>
- ◆ xtm2xhtml - Se trata de un programa en XSLT para producir XHTML desde XTM, en <http://www.mintert.com/topicmaps/xtm2xhtml/>

EJEMPLOS Y CASOS PRÁCTICOS

- ◆ BeerTM - Un proyecto colaborativo creado por expertos en *topic maps* y cervezas. <http://easytopicmaps.com/index.php?page=BeerTM>
- ◆ Business Maps - Una ontología *topic map* para la interoperabilidad de aplicaciones B2B, presentado

- por Marc de Graauw. <http://www.marcdegrauw.com/itm/>
- ◆ K-Discovery Project - Proyecto de la Universidad de Paderborn, Alemania. Introduce el marco conceptual, arquitectura e implementación, para la creación de estructuras de conocimiento basadas en *topic maps* en memorias de organizaciones, en <http://gtm.upb.de/>
 - ◆ Organizing CPAN with Topic Maps - Este proyecto es un caso de cómo mejorar la red de archivos Perl mediante el empleo de *topic maps*, en <http://www.topicmapping.com/cpan/index.html>
 - ◆ Publicly Available Topic Maps - Un registro de archivos descargables en XTM, mantenido por Jan Algermissen. En: <http://www.topicmapping.com/registry.html>
 - ◆ The Semantopic Map - Un directorio de recursos sobre Web Semántica, Topic Maps y otros *topics* relacionados en forma de *topic map*, en <http://perso.wanadoo.fr/universimedia/semantopic.htm>
 - ◆ Techquila's Topic Map World - Un *topic map* del entorno de los *topic maps*: gente, conceptos, herramientas, organizaciones, lenguajes, y *software*, en <http://www.techquila.com/topicmaps/tmworld/>
 - ◆ TEI and Topic Maps - Aplicación de *topic maps* para describir textos de los siglos X-XIII de la escuela china Chan, en http://www.nyu.edu/its/humanities/ach_allc2001/papers/wittern/
 - ◆ Topic Map for the XML Acronym Demystifier - Proyecto para recoger y publicar información acerca de los distintos acrónimos que se refieren a la tecnología XML, en <http://www.augmentingminds.com/xmlad-tm/>
 - ◆ Topic Maps - A Practical Introduction With Case Studies - Herramientas para publicaciones, desarrollos de aplicación Web. Presentado por Kal Ahmed de Techquila, en <http://www.techquila.com/bcase.html>
 - ◆ Topic Maps for the Virtual Observatory - Una aplicación de *topic maps* a datos astronómicos, desarrollado por CalTech, en <http://www.astro.caltech.edu/~aam/science/topicmaps/>
 - ◆ Wilde's WWW Online Glossary - Glosario de términos XML, organizado en forma de *topic map*, en <http://dret.net/glossary/>
 - ◆ WORDS: Executable English Vocabulary - Modelado interactivo y lenguaje de escritura para la captura de la semántica de las palabras inglesas y los nombres, en <http://www.lexikos.com/words/>

BIBLIOGRAFÍA

- Anderson L.; Ditson L.; Ditson M. 1998. *Computer Based Concept Mapping: Promoting Meaningful Learning in Science for Students with Disabilities*, [documento Web], disponible en: <http://www2.edu.org/NCIP/library/ot/zeitz>
- Chen, Ch. *Mapping Scientific Frontiers*. London: Springer, 2003.
- Garshol, Lars Marius. *XML.com: What Are Topic Maps?* [Documento en Web] Disponible en <http://www.xml.com/pub/a/2002/09/11/topicmaps.html>. Formato HTML, consultado el 10/02/2005
- Gómez Pérez, A. *et al. Ontological engineering: with examples from the areas of knowledge management, e-commerce and the semantic web*. Madrid: Springe, 2004.
- <http://www.ontopia.net/download/ltn.html> [Documento en Internet] Disponible en formato HTML. Consultado el 10 de febrero de 2005.
- <http://www.ontopia.net/topicmaps/materials/ltn-1.3-prop.html> [Documento en Internet] Disponible en formato HTML. Consultado el 10 de febrero de 2005.
- Lanzing, Jang, 5 de marzo de 1997. *Concept Mapping*, Netherlands, [página Web en línea] Disponible en Internet en http://users.edte.utwente.nl/lanzang/cm_home.htm.> Formato HTML, consultado el 10 de febrero de 2005.
- Moreiro, J.A.; Sánchez Cuadrado, S.; Morato, J. *Panorámica y tendencias en topic maps*, en:
- Rovira, C., Codina, L. (dir.) *Documentación digital*. Barcelona: Sección Científica de Ciencias de la Documentación. Departamento de Ciencias Políticas y Sociales. Universidad Pompeu Fabra, 2002, ISBN 84-88042-39-6. [Documento Web] disponible en: <http://www.documentaciondigital.org>> Consultado el 11 de abril de 2003.
- Novak, J.D., «Clarify with concept maps: a tool for students and teachers alike», En: *The Science Teacher*, 1991, 58, No. 7.
- Park, Jack; Hunting, Sam-*XML Topic Maps: Creating and Using Topic Maps for the Web*. Boston: Addison-Wesley, 2002.
- Peirce, Ch. S.- *Escritos lógicos*. Introducción, selección y traducción de Pilar Castrillo. Madrid: Alianza Editorial, 1988.
- Sowa, J.-*Knowledge Representation: Logical, Philosophical and Computational Foundations*. Pacific Grove: Brooks-Cole, 2000.
- Walsh, N. y Muellner, L. *DocBook: The Definitive Guide*. Sebastopol: O'Reilly, 1999.
- Pepper, Steve. *The TAO of Topic Maps*, [Documento Web] Disponible en: <http://www.ontopia.net/topicmaps/materials/tao.html>> Formato HTML, consultado el 10 de febrero de 2005.
- Rath, H. H. Technical Issues on Topic Maps, en: *MetaStructures 99*.
- J. Algermissen, «V» *topic map browser*, [Documento en Internet] Disponible en: <http://www.topicmapping.com/v>

