

## SISTEMAS DE VISUALIZACIÓN PARA BIBLIOTECAS DIGITALES

Luis Bengochea, Miguel Ángel Patricio\*

**Resumen:** Las funciones convencionales de una biblioteca son reunir, procesar, difundir, almacenar y usar la información documental para dar servicio a la sociedad. Y esta definición debemos también entenderla dentro del contexto de la era digital, donde el campo de actuación de los profesionales de la información y documentación se ve abocado de forma cotidiana a la utilización de los recursos disponibles a través de Internet. Aunque la definición de Biblioteca Digital engloba un término más amplio, en el presente artículo se concreta en el conjunto de recursos digitales. Internet es la mayor enciclopedia del mundo pero la información no está disponible de forma ordenada y no es fácil acceder a ella. Aunque los usuarios, bibliotecarios y documentalistas cuenten con herramientas en forma de buscadores para localizar la información, es determinante cómo se presentan los resultados a la hora de obtener un mayor o menor aprovechamiento de la misma. La tradicional lista ordenada de referencias a los documentos relevantes, acompañada o no de algunas frases en que aparecen los términos de búsqueda, puede perder su eficacia cuando el número de documentos obtenido es muy elevado. En este artículo se abordan las distintas técnicas y desarrollos disponibles sobre sistemas de visualización en la recuperación de información en Internet. Estos sistemas, consistentes en la utilización de elementos en dos o tres dimensiones, permitirá que usuarios, bibliotecarios y documentalistas tengan la «sensación» de moverse entre la información recuperada como si lo hiciesen en un plano o en el espacio.

**Palabras clave:** bibliotecas digitales, sistemas de visualización de la información, sistemas de recuperación de la información.

**Abstract:** The conventional functions of a library are to gather, process, broadcast, store and use the documental information to provide service to the society. And this definition can also be applied in the context of the digital age, where the work of the professionals of the information and documentation is daily related to the use of the available resources through Internet. Although the definition of Digital Library includes a wider term, the present article it will refer to the group of digital resources. Internet is the biggest encyclopedia in the world, but the information is not available in an orderly way and it is not easy to obtain. Although the users, librarians and documentalists have tools as search engines to locate the information, the way we obtain the results is decisive in order to their suitable exploitation. The traditional orderly list of references can lose its effectiveness when the number of obtained documents is very high. In this article, we show several available techniques and developments on visualization systems in the information retrieval in Internet. These systems use elements in two or three dimensions, and it will allow that users,

---

<sup>1</sup> Departamento de Ciencias de la Computación. Universidad de Alcalá. España. Correo-e: miguel.patricio@uah.es.  
Recibido: 20-1-05; 2.ª versión: 26-6-05..

librarians and documentalists have the feeling of moving among the recovered information as they would do in a surface or in the space.

**Keywords:** digital libraries, information visualization systems, information retrieval systems.

## 1 Introducción

La sobrecarga de información que producen los sistemas de recuperación de la información cuando proporcionan listas interminables de resultados, puede llegar a invalidar su utilidad, debido a que hace virtualmente imposible su consulta, y además, provoca desasosiego en el usuario, que se ve impotente para 'digerir' el volumen de datos que le proporciona el sistema.

Las técnicas de búsqueda de información y minería de datos proporcionan varias formas de luchar contra este fenómeno, desde el refinamiento de las búsquedas y la formación de agregados homogéneos, a la introducción de marcadores semánticos en los documentos, pasando por el uso de agentes inteligentes, capaces de aprender de los intereses de sus utilizadores y filtrar los resultados de acuerdo con ellos.

Sin embargo, la utilización de técnicas visuales, ya sea en dos o en tres dimensiones, permite mostrar de una sola vez una gran cantidad de datos, utilizando metáforas bien conocidas por los usuarios (1). De esta forma se puede conseguir paliar la sensación de desorientación de éstos, dándoles la «sensación» de moverse entre los datos como si lo hiciesen en un mapa o entre los estantes de una biblioteca.

Como pone de manifiesto Chaomei Chen (2), en el campo de la búsqueda de conocimiento en grandes colecciones de documentos, las técnicas de visualización de resultados permiten capturar estructuras intelectuales percibidas en un dominio de conocimiento particular. Al plasmar en una estructura espacial las relaciones entre documentos, por ejemplo a través de las citas entre ellos, se puede hacer patente la existencia de paradigmas científicos y movimientos entre dichos paradigmas.

Los paradigmas determinan la clase de experimentos que llevan a cabo los científicos, las cuestiones sobre las que trabajan y los problemas que consideran importantes. Un cambio de paradigma altera los conceptos fundamentales que subyacen en la investigación, inspirando nuevos estándares, nuevas técnicas de investigación y nuevos caminos teóricos y experimentales radicalmente distintos de los anteriores. La representación gráfica de las relaciones entre documentos, junto con la variable fecha de publicación, permiten detectar dichos movimientos entre paradigmas.

## 2 Interacción persona ordenador

La utilización de los ordenadores se ha convertido en algo habitual para cada día más personas, y para realizar más tareas de naturaleza muy diversa. Por otra parte, los dispositivos a través de los cuales puede interactuar un usuario con la aplicación de que se trate, desde gráficos de alta resolución a lápices ópticos, pasando por pantallas táctiles o accionados por la voz, se han ido especializando cada vez más, permitiendo a los desarrolladores disponer de un amplio abanico de posibilidades a la hora de diseñar las interfaces que sus programas presentarán a los usuarios que los manejan.

En la literatura científica internacional, la disciplina que trata de estudiar todos los aspectos relacionados con las distintas formas de interacción entre los programas y los usuarios se conoce con el nombre de «Human-Computer Interaction (HCI)». En el mundo hispano-parlante se ha adoptado la expresión «Interacción Persona-Ordenador» y su acrónimo IPO, desechado otras que se utilizaron con anterioridad, como Interacción Hombre-Máquina, por ser excesivamente genéricas o tener connotaciones sexistas (3).

Ben Shneiderman, un experto en el campo de la visualización aplicada a la recuperación de información, escribe (4): «La investigación en bibliotecas digitales se enfrenta a numerosos desafíos para ayudar a los usuarios a encontrar lo que quieren. Entre ellos, el diseño de vistas significativas que permitan reconocer fácilmente patrones, creando para ello interfaces comprensibles que les faciliten especificar qué es lo que quieren buscar y les proporcionen una visualización efectiva de los resultados».

## 2.1 Principios de diseño

En el ya clásico libro de Baeza-Yates *Modern Information Retrieval* se incluye un capítulo –escrito por Marti A. Hearst (5)– dedicado por completo a la visualización y el diseño de las interfaces de usuario en los sistemas de búsqueda y recuperación de información. En él se señalan como objetivos para su diseño, los siguientes:

1. *Ofrecer información de realimentación.* El sistema debe ofrecer a los usuarios la capacidad de realimentación acerca de las relaciones entre sus especificaciones y los documentos recuperados, acerca de las relaciones entre los documentos recuperados y acerca de las relaciones entre éstos y los metadatos que describen las colecciones.
2. *Mantener traza de sus acciones.* Los procesos de búsqueda son iterativos. Mantener en memoria una traza de las acciones y resultados de una sesión de usuario, permite que éste pueda volver a estrategias abandonadas o saltar de una estrategia a otra, reteniendo información y contexto entre búsquedas.
3. *Proporcionar interfaces que sirvan para novatos y para expertos.* Uno de los desafíos en el diseño de interfaces es mantener un compromiso entre sencillez y potencia. Las interfaces simples se aprenden en muy poco tiempo y permiten avanzar rápidamente en la consecución de las tareas fundamentales. A medida que los usuarios se familiarizan con el empleo de las herramientas básicas, debe facilitárseles el tomar un mayor control sobre el proceso, permitiéndoles el uso de nuevas opciones y herramientas más sofisticadas. Un buen diseño de la interfaz debe permitir cambiar de modo simple a modo experto, sin obligar a una elección rígida que clasifique desde el comienzo a los usuarios.

## 2.2 El papel de la visualización

Las interfaces visuales se han hecho familiares a los usuarios en numerosas aplicaciones informáticas. Sin embargo, es todavía un área en crecimiento en el campo de la representación visual de grandes volúmenes de información textual.

Una representación visual puede comunicar algunos tipos de información, de una forma mucho más rápida y eficaz que cualquier otro método. Compárese, por ejemplo, la descripción de la cara de una persona y su fotografía, o una tabla de datos y la gráfica correspondiente. En numerosas áreas científicas, los resultados de los cálculos realizados en un ordenador se presentan en modo gráfico a partir de los datos numéricos obtenidos.

La visualización de información de naturaleza abstracta es más difícil, y en el caso concreto de representar información textual constituye un reto. El lenguaje constituye nuestra base para comunicar ideas abstractas que no son manifestaciones físicas. A pesar de las dificultades, existen numerosos intentos de los investigadores, para representar aspectos de los procesos de acceso a la información, utilizando técnicas visuales.

Algunas de estas técnicas son las siguientes (5):

1. *Apartar y enlazar*. Se refiere a la conexión entre dos o más vistas de los mismos datos, donde un cambio en la representación de una de las vistas afecta a las demás. Por ejemplo, si se muestra una lista de títulos y un histograma en el que está representado el número de títulos publicado cada año, la selección (cambiando de color, por ejemplo), de una barra del histograma, debería reflejarse (cambiando el color de la fuente) en la lista de títulos.
2. *Desplazarse y acercarse/alejarse*. Las acciones de una cámara de cine desplazándose en una escena y acercándose y alejándose (haciendo «zoom») de los detalles de la misma, es la mejor descripción de esta técnica. Por ejemplo, un conjunto de documentos obtenido como resultado de una consulta, puede ofrecerse en forma de agregados. El usuario puede pasar el ratón por encima de ellos, y el sistema le proporciona información básica, como el número de documentos que lo componen y el tema principal de que tratan. Al pulsar sobre uno de ellos, se muestra el conjunto con más detalle, con nuevos agregados, y así hasta llegar a mostrar el texto asociado con un documento concreto.
3. *Foco más contexto*. A medida que el usuario va haciendo zoom sobre los resultados, el foco de atención se va fijando en nuevos detalles de la información mostrada. Esto puede dar lugar a un fenómeno de desorientación si se pierde la noción de los ítems que le rodean, es decir, el contexto en el que se está moviendo. Es importante, pues, que el sistema de visualización ofrezca alguna vista global reducida, en la que se enmarque el área que se está visualizando detalladamente.
4. *Lentes mágicas*. Son ventanas transparentes, manipulables directamente, que cuando son colocadas encima de otro tipo de datos causan el que éstos cambien de apariencia. Pueden servir para personalizar una vista.

Uno de los problemas que plantea el diseño de sistemas de representación visual de información textual, lo constituye la dificultad para establecer medidas objetivas, que permitan comparar los grados de eficacia de unas soluciones frente a otras, o en la mejora de las mismas.

Los datos empíricos, obtenidos a partir de las respuestas dadas por personas que utilizan un sistema, son, además de lentos y difíciles de obtener, poco fiables. En primer lugar, debido a la variedad que presentan los usuarios en cuanto a su formación, habili-

dad, motivación e interés en el uso del sistema. En segundo lugar, por la dificultad de plantear un cuestionario con preguntas que tengan el mismo significado para todos ellos, y por último, por la ausencia de un baremo objetivo al que se ajusten las respuestas.

### **2.3 Metáforas visuales**

Una metáfora es, según el diccionario de la Real Academia, la «aplicación de una palabra o de una expresión a un objeto o a un concepto, al cual no denota literalmente, con el fin de sugerir una comparación (con otro objeto o concepto) y facilitar su comprensión». De esta forma, cuando queremos comunicar un concepto abstracto de una manera más familiar y accesible, acudimos al empleo de metáforas. De hecho, una gran parte de las expresiones que utilizamos habitualmente para comunicar nuestras ideas está formada por metáforas.

En el diseño de las interfaces gráficas, las metáforas desempeñan un papel determinante. Fue Xerox una de las primeras compañías que se dio cuenta de la importancia de crear interfaces visuales, simulando alguna parte del mundo físico que fuese familiar al mayor número de personas. De esta forma, se convertía en tarea fácil, hacer comprender a los usuarios la finalidad y uso de cada uno de los elementos presentes en la interfaz. Hoy día, todos los usuarios de ordenadores están acostumbrados a diversas metáforas visuales, como puede ser el escritorio con sus archivos, papelera, etc.

Por ello, el empleo de metáforas en los diseños visuales, siempre que sea posible, constituye un importante factor de éxito de cara a potenciar la usabilidad del sistema. Además, la metáfora del mapa permite representar un conjunto de documentos de forma esquemática [6], otorgándoles una estructura semántica y ofreciendo una orientación a los usuarios que les ayude a crear un esquema mental en el que colocar la colección.

## **3 La visualización del conocimiento**

La visualización del conocimiento comparte algunas características intrínsecas con la cartografía. La evolución de los mapas geográficos del mundo, es un buen punto de partida para ilustrar lo que podríamos necesitar para producir un mapa de la estructura del conocimiento y de lo que podríamos llegar a esperar, dado nuestro conocimiento de la naturaleza de esta ciencia.

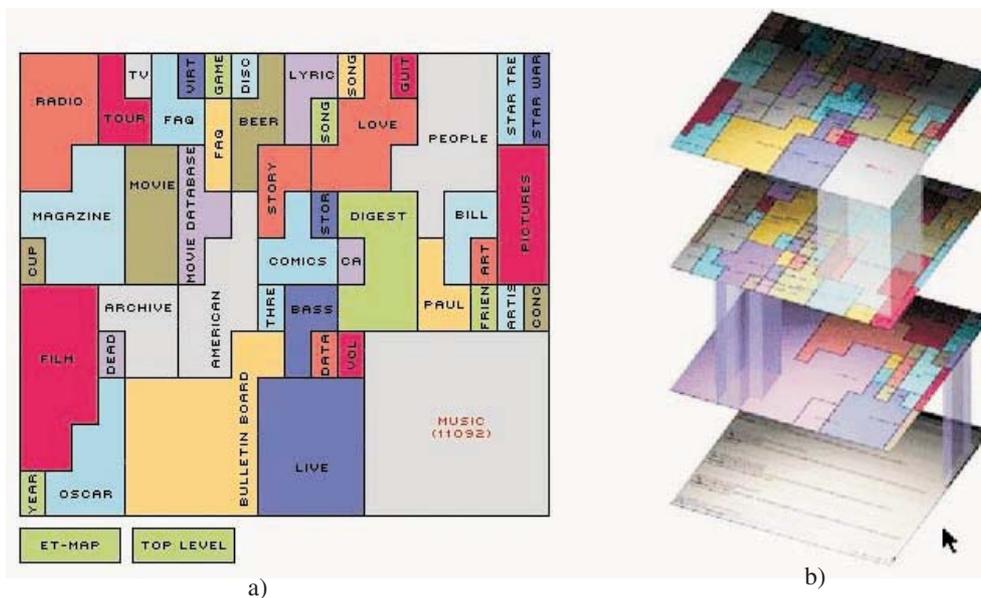
### **3.1 Mapas auto-organizados**

Los mapas auto-organizados «Self-Organized Maps» o SOM (7), se generan en base a técnicas de redes neuronales artificiales.

Esencialmente, consisten en un proceso de clasificación mediante una red neuronal. Varios prototipos usan esta técnica. Unos de ellos es el conocido ET-Map que fue desarrollado por un grupo de investigadores bajo la dirección de Hsinchun Chen (8), del Artificial Intelligence Lab (Laboratorio de Inteligencia Artificial) de la Universidad de Arizona. Con ET-Map se desarrolló un mapa en varios niveles que muestra las categorías de

información de más de 100.000 sitios web de entretenimientos de las listas de Yahoo! (9). ET-Map construye un mapa bidimensional compuesto por varias capas de categorías y constituye una herramienta intuitiva para poder navegar a través de las mismas. La navegación se realiza interactivamente utilizando la misma mecánica que la utilizada en un navegador por Internet. Es decir, nos posicionamos en la categoría que queremos consultar y pulsamos el ratón. La capa de nivel superior es la que aparece en la figura 1 (a).

**Figura 1**  
**Capa de categorías de nivel superior en ET-Map (a). Información organizada piramidalmente en (b). (Obtenida de (9))**

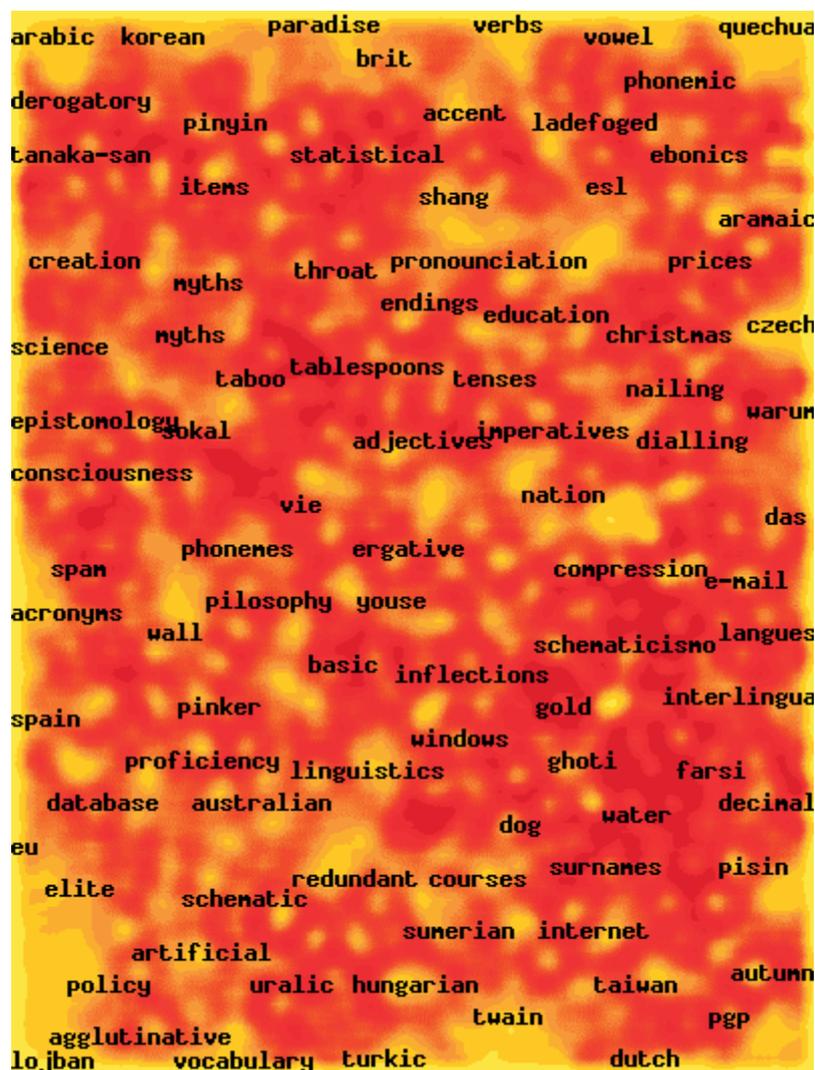


Mediante el concepto espacial de ET-Map el usuario puede explorar a través de sus capas la información organizada piramidalmente como se muestra en la figura 1(b).

Otro sistema basado en la misma tecnología es el WEBSOM (<http://websom.hut.fi/websom/>) desarrollado por el equipo del profesor T. Kohonen (7). El WEBSOM utiliza mapas auto-organizados para organizar documentos textuales para exploración y búsqueda. WEBSOM, se ha utilizado para construir mapas de grupos de discusión; al pinchar en un área del mapa, se produce un efecto de «zoom». El color se utiliza para mostrar el número de documentos por categoría, cuanto más oscuro más documentos encontraremos.

Cerca de los bordes del mapa, se encuentran los documentos más diferentes, mientras que en las áreas centrales, aparecerán los textos de las discusiones más típicas o los que conciernen a un mayor número de tópicos tratados en el foro. En la figura 2 podemos observar el mapa de primer nivel para el grupo de noticias «sci.lang» compuesto por 32.627 artículos enviados durante el mes de junio de 1995 hasta el mes de marzo de 1997.

Figura 2  
 Mapa WEBSOM de primer nivel del grupo de noticias «sci.lang»  
 (<http://websom.hut.fi/websom/sci.lang-new/html/root.html>)



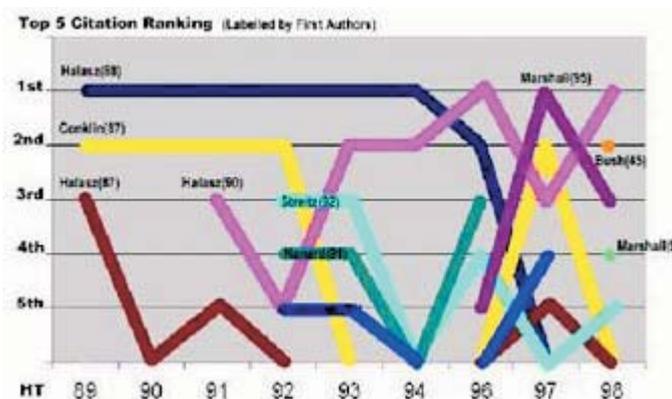
### 3.2 Mapas basados en citas

Uno de los mapas pioneros, basado en datos de citas, lo constituye la creación manual del mapa histórico de investigación en ADN, por Eugene Garfield (10), en los comienzos de los años 60. El objetivo principal que se ha buscado en la confección de mapas de una disciplina, consiste en identificar tendencias asociadas con alguno de los campos de estudio. Como un mapa de este tipo abarca los documentos publicados año

a año, el resultado proporciona una serie de vistas acerca de la evolución histórica del área de conocimiento. Además, permite descubrir conexiones semánticas entre campos y disciplinas.

Como los mapas de citas incluyen los trabajos fundamentales, enseguida permiten identificar aquellos artículos o libros utilizados más frecuentemente por los investigadores en un campo y, por tanto, descubrir los textos que han tenido mayor influencia en los avances del área, así como el tiempo durante el que lo han hecho hasta ser sustituidos por otros nuevos.

**Figura 3**  
**Visualización de paradigmas (Chaomei Chen (2), pág. 38)**



Otro tipo de mapas de citas es el de co-citaciones entre autores. En este caso, se puede descubrir cómo se interrelacionan los científicos que trabajan en un tema concreto, basándose en la percepción intelectual que tienen unos de otros.

### 3.3 Árboles de mínima extensión

Un amplio abanico de problemas del mundo real puede ser transformado en un problema de redes. Una red suele ser, generalmente, una buena opción para captar la esencia de una estructura. Además, la teoría de grafos nos proporciona un buen número de algoritmos para manejar dicha estructura.

En un grafo completo existe un arco entre cada par de vértices. Por tanto, dado un grafo de N nodos habrá, al menos, N o (N-1) nodos. Con frecuencia, es deseable reducir el número de arcos, preservando los más significativos. Los árboles de mínima extensión –«Minimum Spanning Trees» o MST– (Chaomei Chen (2)), constituyen una solución en la que se mantienen todos los nodos del grafo, pero con solo N-1 arcos.

Muchos sistemas de visualización, se basan en MST para representar estructuras complejas, como los bien conocidos árboles de conos («cone trees» (11)). En la figura 4 se muestra una red formada por 367 científicos destacados en el campo del hipertexto. La interconexión entre cada par de autores se determina midiendo las frecuencias de las citas

entre ellos. El grafo original estaba formado por 61.185 enlaces entre autores, lo que representa el 91% del número máximo de arcos en un grafo completo de 367 nodos:

$$\frac{N \times (N - 1)}{2} = \frac{367 \times 366}{2} = 67.161$$

El algoritmo de reducción solamente conserva 366 arcos, lo que representa el 0,6% y permite una visualización adecuada donde observar las relaciones entre los autores.

Las estructuras jerárquicas constituyen uno de los tipos de datos más utilizados en múltiples dominios de aplicación. Como MST puede simplificar una red compleja, transformándola en una estructura jerárquica, ha sido considerado como un método estándar para llevar a cabo la visualización de estructuras complejas.

**Figura 4**  
Árbol MST de co-citaciones entre 367 autores (Chaomei Chen (2), pág. 22)

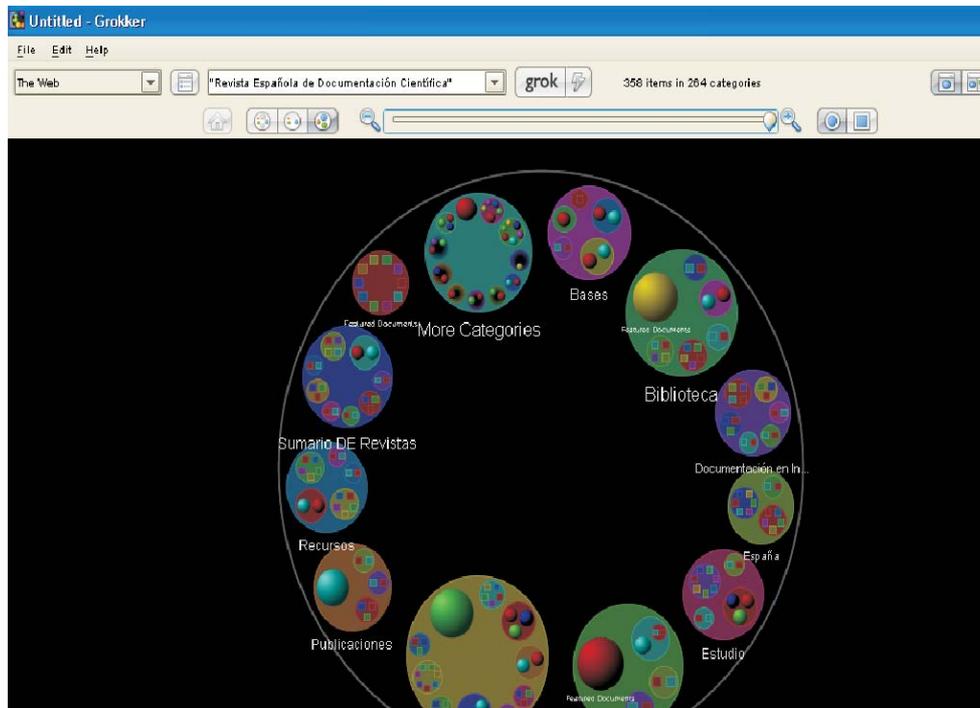


### 3.4 Vistas hiperbólicas

Una técnica de visualización, relativamente reciente, para mostrar una gran estructura jerárquica, es la llamada vista hiperbólica. Las vistas hiperbólicas fueron desarrolladas originalmente en el Xerox Palo Alto Research Center, durante los años 1990. Una



**Figura 6**  
**Vista hiperbólica Grokker.**  
 (http://www.grokker.com/applet.html?query="Revista Española de Documentación Científica")



### 3.5 Mapas jerárquicos de categorías

A diferencia de la meta-información asociada a un documento, como autor, título, referencias, etc., las categorías representan una forma de caracterizarlos, a partir del contenido o significado del texto que forma el documento. Los conjuntos de categorías relativas a los contenidos son difíciles de representar gráficamente, porque son abstractas y porque hay potencialmente más combinaciones significativas de categorías basadas en el contenido, que meta-información externa a los documentos.

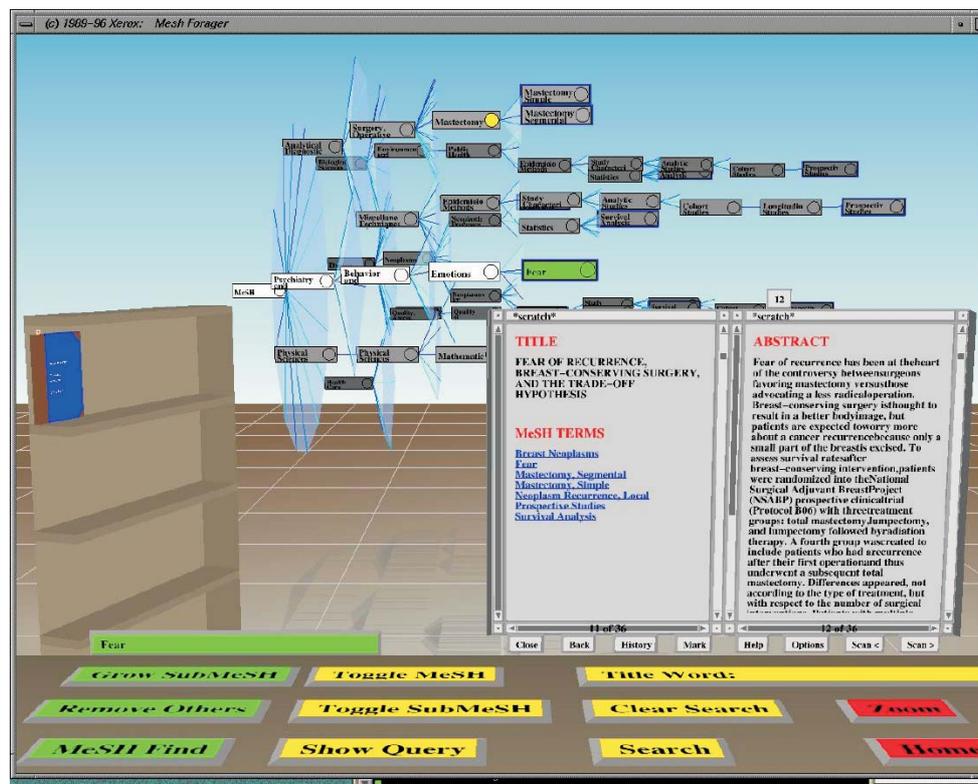
Yang y Lee (13) establecen las bases teóricas para la construcción de una red neuronal encargada de construir, de forma automática, un conjunto de categorías y asociar los documentos de un conjunto a dichas categorías, para su posterior representación en un mapa auto-organizado. Para ello, se parte de un conjunto de documentos son entrenados por un algoritmo SOM para generar dos mapas, uno de documentos y otro de palabras. Una neurona en estos mapas, representa un cluster de documentos y un cluster de palabras, respectivamente. A través del proceso de auto-organización, la distribución de neuronas en el mapa revela las similitudes entre clusters. Se van seleccionando los términos de las categorías, de acuerdo con dichas similitudes. Las neuronas dominantes en el mapa de clusters de documentos son seleccionadas como centroides de un super-cluster, cada uno de los cuáles representa una categoría general. Las palabras aso-

ciadas a la misma neurona en el cluster de palabras, son utilizadas para dar nombre a la categoría.

Las categorías, sin embargo, no sirven como único elemento de búsqueda de documentos relevantes en una colección. Estaríamos ante el caso de los buscadores de tipo directorio, que no cumplen las expectativas de búsqueda de conocimiento contenido en las colecciones documentales de una biblioteca digital. Sin embargo, constituyen un elemento importante a la hora de presentar los resultados de una consulta basada en palabras clave, estableciendo una jerarquía de documentos, que permite al usuario 'moverse' a través de ella para refinar su búsqueda.

Un ejemplo temprano de un sistema de visualización basado en jerarquías de categorías, lo constituye «cat-a-cone» de Marti A. Hearst y Chandu Karadi (11). El usuario puede ver las etiquetas de las categorías y elegir cualquiera de ellas. Además, puede elegir mayor o menor nivel de detalle y saltar directamente de una categoría a otra. Una característica importante de este sistema, consiste en que la interfaz de visualización permite mostrar simultáneamente, la jerarquía por la que se mueve el usuario, y el contenido de cualquier documento que haya querido examinar con detalle.

**Figura 7**  
**En el sistema «cat-a-cone» se muestran a la vez la jerarquía y el contenido de los documentos (Marti A. Hearst y Chandu Karadi (11), pág. 3)**



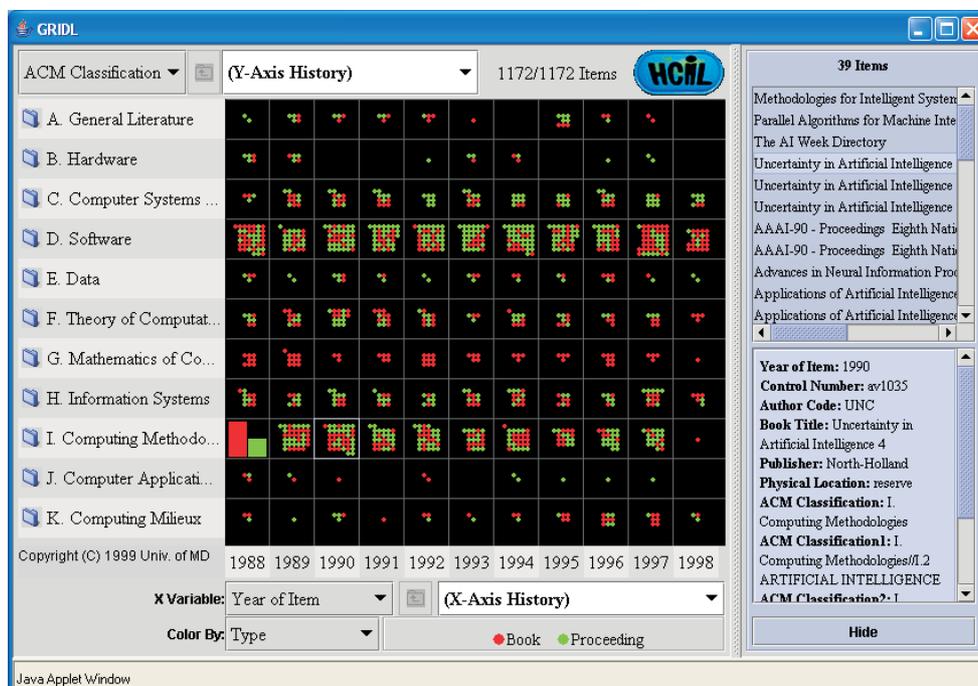
### 3.6 Ejes jerárquicos

Desde comienzos de los años 1990, existen sistemas comerciales y de laboratorio, que utilizan mapas bidimensionales, con ejes significativos, para mostrar espacios de documentos. Sobre cada uno de los ejes se puede representar una jerarquía unidimensional, y elegir la metáfora de abrir y cerrar carpetas para movernos arriba y abajo de la jerarquía, mostrando un nivel cada vez. Shneiderman (14) denomina a estos ejes «hieraxes».

Las visualizaciones en dos dimensiones, con ejes significativos, han constituido una estrategia efectiva de visualización, porque permiten mostrar miles de ítems simultáneamente. Los ejes típicos hacen uso de variables continuas, como por ejemplo, relevancia, fecha de publicación, etc., o variables categóricas, como idioma o nombre de la revista en que se publica. Las etiquetas sobre tales ejes pueden indicar también al usuario cuánta información se oculta tras ellas, de forma que pueda hacer «zoom» para mostrarlas con mayor detalle.

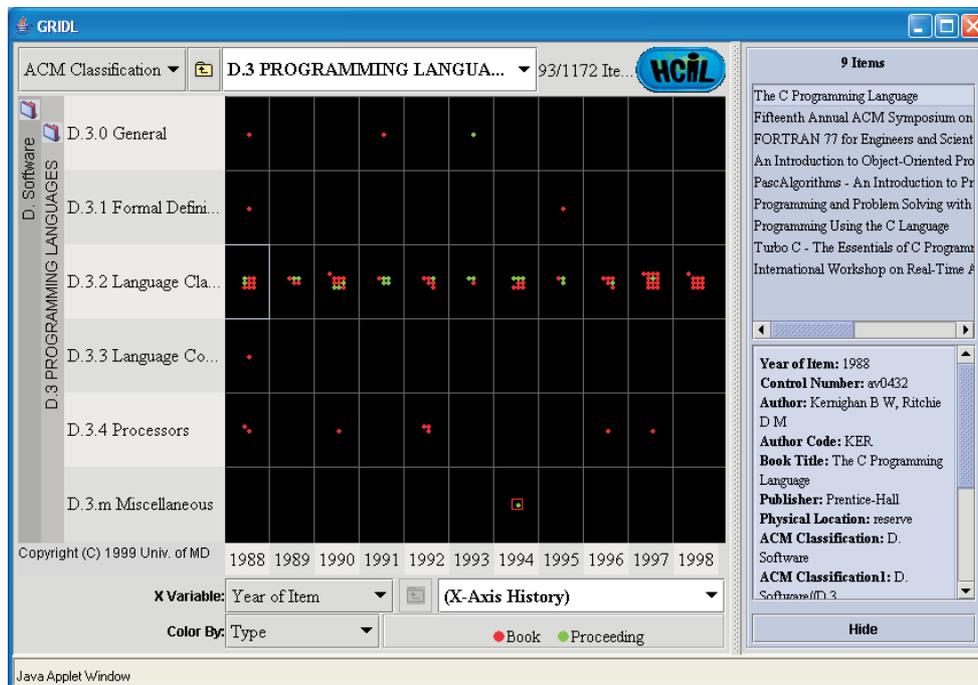
La visualización bidimensional con ejes jerárquicos permite mostrar entre 100 y 10.000 ítems (Shneiderman) o incluso el contenido completo de una biblioteca digital. En la figura 8, se muestra una imagen de visualización obtenida por el programa GRIDL - GRaphical Interface for Digital Libraries (<http://www.cs.umd.edu/hcil/west-legal/gridl>). Como eje X se ha seleccionado el año de publicación y en el eje Y la materia según clasificación ACM.

**Figura 8**  
Vista obtenida con GRIDL con un eje Y jerárquico (sistema de clasificación ACM) en su primer nivel (B. Shneiderman, D. Feldman, A. Rose y X. Ferré Grau (14), pág. 5)



La profundización en una estructura jerárquica, buscando un mayor nivel de detalle, también funciona bien en múltiples metáforas, como el sistema de archivos de windows, en el que vamos abriendo carpetas con subcarpetas, etc., sin embargo, puede plantear algún problema de desorientación cuando se aplica simultáneamente a los dos ejes de un espacio bidimensional.

**Figura 9**  
**Tras dos expansiones de la categoría (Sistema de Clasificación de la ACM) en el eje Y**  
**(D-Software y D.3 Programming Lenguajes)**  
**(B. Shneiderman, D. Feldman, A. Rose y X. Ferré Grau (14), pág. 5)**



### 3.6 El problema de los ejes sobrecargados

Cuando hay muchos datos, cientos o incluso miles de categorías que representar en los ejes, el esquema de etiquetado no es capaz de enumerar todos los items o distinguir entre regiones de la visualización. Hay varias soluciones para enfrentar este problema (14):

1. *Etiquetas abreviadas.* Cada etiqueta en los ejes es truncada hasta ajustarse al espacio disponible. Al pasar sobre ellas, con el puntero del ratón, se muestra el texto completo. Esta solución es, sin embargo, inviable si el espacio se reduce demasiado –cuando sólo quepa una letra o menos–, ya que los usuarios no serán capaces ni siquiera de saber cuáles son las etiquetas que pueden interesarles.

2. *Jerarquías impuestas.* En ocasiones es posible encontrar una jerarquía de agrupamiento –alfabética, cronológica, numérica, etc.– que puede ser aplicada sobre los datos antes de transferirlos a un eje, creando una clasificación sobre la marcha. Si el agrupamiento se hace de una forma significativa, los grupos serán comprensibles para los usuarios, que podrían expandirlos como si se tratase de una jerarquía semántica. En general, todas las variables ordinales, como fecha, edad, rango, etc., que pueden ser ordenadas fácilmente, sirven para agrupar los resultados sin perder significación.
3. *Paginación.* Otra posibilidad es la paginación. Si en el mapa caben 16 columnas y hay que representar 80 ítems, podrían mostrarse los 15 primeros de forma normal y utilizar la columna 16 para representar a los restantes 65 ítems. Cuando el usuario selecciona esta columna, accede a una nueva página con otras 14 columnas de datos, y con las columnas 1 y 16 como enlaces a las páginas anterior y siguiente respectivamente. Para distinguir columnas con datos, de los enlaces a nuevas páginas, puede usarse un color diferente. El inconveniente de esta solución, es que puede inducir desorientación en el usuario si se produce demasiada paginación.
4. *Desplazamiento-zoom.* Otra estrategia consiste en colocar todos los ítems en los ejes, pero con las etiquetas comprimidas o eliminadas. Un botón permite al usuario desplazarse a lo largo del eje y ampliar a voluntad la zona en que se encuentra. Después, puede volver a la situación inicial con la visión completa de todos los datos de una vez. Esta estrategia permite minimizar la desorientación de los usuarios, ya que les permite saber, en todo momento, en qué zona se están moviendo. Sin embargo, cuando el número de ítems que hay que representar, es pequeño, puede resultar un tanto artificioso.

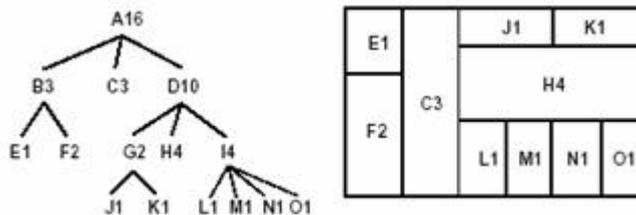
### 3.6 Treemaps

Otro método para representar visualmente información en un espacio bidimensional, lo constituyen los Treemaps o Mapas de árboles (HCIL, Universidad de Maryland, <http://www.cs.umd.edu/hcil/treemap/demos/>). Son capaces de representar grandes colecciones jerárquicas de datos cuantitativos (15). El método consiste en rellenar un rectángulo con una secuencia anidada de rectángulos, cuyas áreas representan a uno de los atributos del conjunto de datos.

Los treemaps fueron diseñados originalmente para visualizar los ficheros del disco duro de un ordenador, pero se han aplicado, posteriormente, a un amplio rango de colecciones de datos, como análisis financiero o resultados deportivos.

Existe toda una familia de algoritmos (16) para particionar el área de visualización del treemap. En todos los casos, la entrada es un conjunto de  $n$  números y un rectángulo. Por cada número  $n$ , se crea una partición del rectángulo original. El algoritmo garantiza que todo el área disponible se rellena, y que los rectángulos tienen un área proporcional a los valores de la lista.

**Figura 10**  
**Los nodos de un árbol y su representación en un treemap**



Cuando los datos a representar tienen dos dimensiones, una de ellas se hace correlacionar con el área de los rectángulos, en la forma que devuelve el algoritmo, mientras que la otra se hace corresponder a un color para el rectángulo.

Los treemaps se pueden diseñar para ser aplicados jerárquicamente, de manera que cualquier rectángulo dentro de un treemap, puede contener a su vez, otro treemap, en forma recursiva.

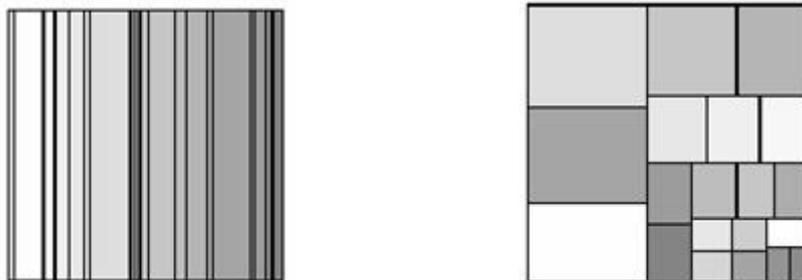
Hay dos propiedades adicionales que se cumplen en la mayoría de los algoritmos utilizados:

- Los rectángulos deben mantenerse tan cuadrados como sea posible, es decir, la relación ancho/alto debe ser próxima a 1.

$$\text{máx} \left\{ \frac{\text{ancho}}{\text{alto}}, \frac{\text{alto}}{\text{ancho}} \right\}$$

Si no se tuviese en cuenta este principio, podrían obtenerse rectángulos muy largos y estrechos (ver figura 11), difíciles de percibir por los usuarios. Además, las personas pueden estimar el área de un cuadrado, de una forma más fiable que la de un rectángulo.

**Figura 11**  
 Las áreas cuadradas (derecha), son más fáciles de apreciar



- Debe mantenerse el orden de los datos, para hacer más fácil a los usuarios la búsqueda de ítems en el mapa. Además, de no tenerse en cuenta este factor de orden, en caso de variaciones en los datos, el nuevo treemap tendría los ítems completamente descolocados respecto de la vista anterior.

### 3.7 Treemaps ordenados

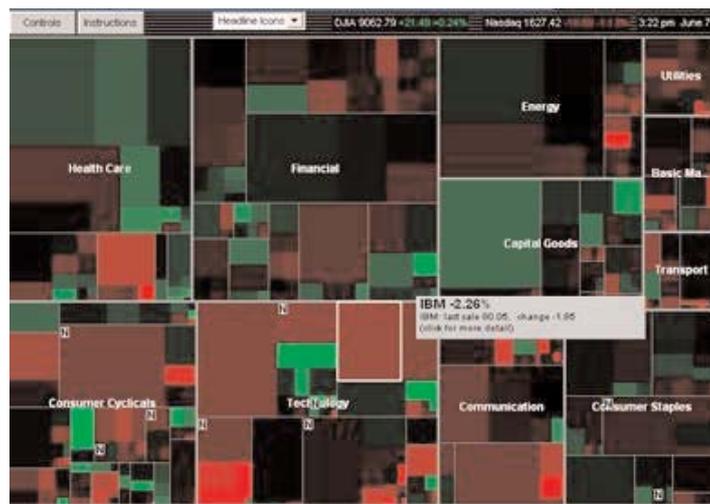
Es el algoritmo básico para construir treemaps y es muy similar al «QuickSort»: Dada una secuencia ordenada de números  $L_1, L_2, \dots, L_n$ , correspondientes a los tamaños de los rectángulos, y una superficie  $B$  donde colocarlos, se toma un elemento que hará de pivote  $L_p$ , se calcula el rectángulo  $R_p$  correspondiente, y se coloca en  $B$ . A continuación se aplica recursivamente sobre  $L_1, \dots, L_{p-1}$  a un lado del pivote y con  $L_{p+1}, \dots, L_n$  en el otro lado.

El algoritmo es el siguiente:

1. Si  $n=1$ , devuelve el rectángulo  $R=B$  y termina.
2. Elegir el elemento pivote  $R_p$ . (Hay variantes del algoritmo que toman el elemento medio, y otras el mayor)
3. Calcular  $R_1$  de forma que quepa de alto en  $B$  y su ancho permita contener a  $L_A=L_1, \dots, L_{p-1}$ .
4. Dividir  $L_{p+1}, \dots, L_n$  en dos sublistas  $L_B$  y  $L_C$  que serán colocadas en  $R_2$  y  $R_3$ . Calcular dónde se encuentra el punto de corte, para que  $R_p$  se mantenga con aspecto de cuadrado.
5. Calcular  $R_p$ ,  $R_2$  y  $R_3$ . Esto se lleva a cabo, usando la relación entre el tamaño de las listas correspondientes, para repartir proporcionalmente el espacio disponible.
6. Aplicar recursivamente el algoritmo 'treemap ordenado' a  $L_A$  en  $R_1$ ,  $L_B$  en  $R_2$  y  $L_C$  en  $R_3$ .

El algoritmo produce rectángulos que se aproximan a cuadrados y que están ordenados de izquierda a derecha.

**Figura 12**  
Treemap utilizado para mostrar las cotizaciones de bolsa en  
<http://www.smartmoney.com/marketmap/>

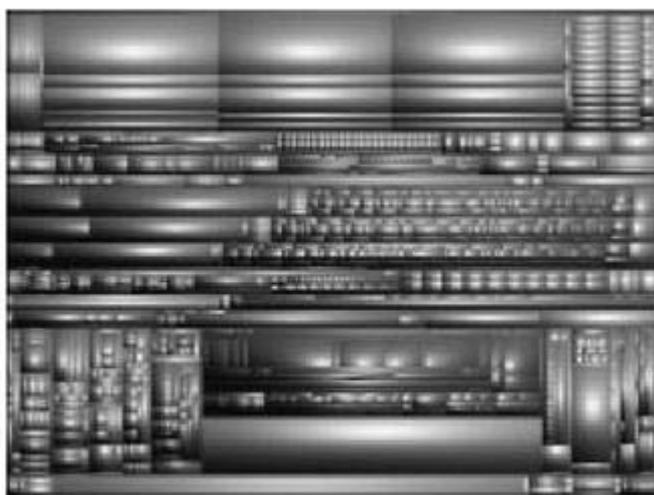


Una variante de este algoritmo, es el Quantum Treemap (QT) (17), que sigue en lo fundamental los mismos pasos, pero los rectángulos que produce tienen una anchura y una altura que son múltiplos exactos de un quantum. Sería como si se colocara una rejilla sobre el área a cubrir, y se fueran ocupando celdillas. Este tipo de treemaps puede ser de gran utilidad cuando se trata de representar conjuntos cuyos elementos tienen todos el mismo tamaño.

Existen además otras variantes interesantes que inciden en la forma de visualizar los treemaps, proporcionándoles aspectos diferentes. Un ejemplo de ello, lo constituyen los treemaps almohadillados («cushion treemaps» (18)), con los que se pretende reforzar la percepción de los rectángulos, que en determinadas circunstancias puede verse dificultada.

Un ejemplo de esta variante, en el que se resaltan los relieves, se muestra en la figura 13.

**Figura 13**  
Treemap almohadillado (Van Wijk, J. J. y Van de Wetering, H. (18), pág. 3)



#### 4 Conclusiones y futuros trabajos

Las técnicas de visualización de información permiten hacer patente alguna característica importante en un conjunto de documentos seleccionados de una biblioteca digital, transformando datos abstractos en formas visuales espaciales, o dicho de otra forma, la visualización consiste en la transformación de lo simbólico en lo geométrico.

El propósito de un sistema de visualización incorporado a una biblioteca digital debería consistir en optimizar el uso de la capacidad perceptual y de pensamiento visual, para poder manejar fenómenos que no tienen en sí mismos una naturaleza visual espacial, permitiendo a los usuarios, que tienen que enfrentarse con una elevada cantidad de información, la posibilidad de utilizar los mismos mecanismos que al examinar un mapa: visión panorámica, acercamiento o zoom a una zona determinada y búsqueda en ella de los detalles relevantes que necesite.

En este sentido, hemos analizado en este trabajo varias formas de representación visual, deteniéndonos más en las de carácter bidimensional. Aunque están apareciendo sistemas comerciales de búsqueda de conocimiento, con visualización de resultados en espacios tridimensionales, la presentación en forma de mapas bidimensionales, permite una mejor aproximación a metáforas visuales más familiares a los usuarios, como la biblioteca organizada por estantes.

Por ello, creemos que debería avanzarse en la utilización de mapas jerárquicos o «treemaps» en estos sistemas, con objeto de proporcionar al usuario final una excelente visión de los agregados de documentos obtenidos como resultado de su búsqueda, permitiéndole, además, tanto la visualización global, como otras más detalladas hasta llegar al nivel de documento individual.

## 5 Referencias

1. CHAOMEI CHEN (2002). Information Visualization. *Information Visualization*. Palgrave Macmillan Ltd. Vol. 1, págs. 1-4.
2. CHAOMEI CHEN (2002). Visualization of Knowledge Structures. *Handbook of Software Engineering and Knowledge Engineering*.
3. JESÚS LORÉS, E. y GIMENO, J. M. (2001). *Metáforas, estilos y paradigmas*. Publicación electrónica. Universitat de Lleida.
4. SHNEIDERMAN, B., FELDMAN, D., ROSE, A. y FERRÉ GRAU, X. (2000). *Visualizing Digital Library Search Results with Categorical and Hierarchical Axes*. Proceedings of 5th ACM Digital Library Conference. San Antonio, USA.
5. MARTI A. HEARST (1999). User Interfaces and Visualization. En Baeza-Yates, R. y Ribeiro-Neto, B. (eds.), *Modern Information Retrieval*. ACM Press. Addison-Wesley. New York.
6. MARCOS, M. C. (2004). *Interacción en interfaces de recuperación: conceptos, metáforas y visualización*. Editorial Trea. Gijón.
7. KOHONEN, T., KASKI, S., LAGUS, K., SALOJARVI, J., HONKELA, J., PAATERO, V. y SAARELA, A. (2000). Self organization of a massive document collection. *IEEE Transactions on Neural Networks*, vol. 11, núm. 3, mayo.
8. HSINCHUN CHEN. *ET-Map*. Artificial Intelligence Lab. Universidad de Arizona. (<http://ai.bpa.arizona.edu/research/dl/etmapdemo.htm>).
9. MARTIN DODGE. A Map of Yahoo! Mappa.Mundi Magazine ([http://mappa.mundi.net/maps/maps\\_009](http://mappa.mundi.net/maps/maps_009)) [consultado el 21/06/2005].
10. GARFIELD, E., SHER, I., TOPTIE, R. J. *The use of citation data for writing the history of science*. Institute for Scientific Information, 1964. 86 pp. Gráficos en [http://www.indiana.edu/places&spaces/dev/map\\_detail.php?map\\_id=43](http://www.indiana.edu/places&spaces/dev/map_detail.php?map_id=43).
11. MARTI A. HEARST y CHANDU KARADI (1997). Cat-a-Cone: an interactive interface for specifying searches and viewing retrieval results using a large category hierarchy. *Proceedings of SIGIR-97, 20th ACM International Conference on Research and Development in Information Retrieval*. Philadelphia, US, págs. 246-255.
12. MARKOFF, J. (2002). A New Company Tries to Sort the Web's Chao. *The New York Times*, Oct. 27.
13. HSIN-CHAN YANG y CHUNG-HONG LEE (2000). «Automatic Category Generation for Text Documents by Self-Organizing Maps». IEEE. 0-7695-0619-4/00. April, págs. 581-586.
14. SHNEIDERMAN, B., FELDMAN, D., ROSE, A. y FERRÉ GRAU, X. (2000). «Visualizing Digital Library Search Results with Categorical and Hierarchical Axes». Proceedings of {DL}-00, 5th ACM Digital Library Conference. San Antonio, USA, pp.57-66. University of Maryland Department of Computer Science. Technical Report CS-TR-3992 (February 1999).

15. SHNEIDERMAN, B. (2002). «Treemaps for space-constrained visualization of hierarchies». Human-Computer Interaction Lab. University of Maryland. January.
16. BEDERSON, B. B. (2001). «Quantum Treemaps and Bubblemaps for a Zoomable Image Browser». ACM Conference on User Interface and Software Technology (UIST 2001), pp. 71-80. HCIL-2001-10 , CS-TR-4256 , UMIACS-TR-2001-39
17. BEDERSON, B., SHNEIDERMAN, B., WATTENBERG, M. (2002). «Ordered and Quantum Treemaps: Making Effective Use of 2D Space to Display Hierarchies», ACM Transactions on Computer Graphics (en prensa).
18. VAN WIJK, J. J., VAN DE WETERING, H. (1999). Cushion treemaps: visualization of hierarchical information. *Information Visualization* (Info Vis '99) Proceedings. 1999 IEEE Symposium on, págs. 73-78 (en prensa).
19. MIN-YEN KAN y JUDITH L. KLAVANS (2002). Using Librarian Techniques in Automatic Text Summarization for Information Retrieval. Proceedings of the Joint Conference on Digital Libraries (JCDL 2002), Portland, Oregon, USA, págs. 36-45.