

HERRAMIENTAS INFORMÁTICAS PARA LA REPRESENTACIÓN DEL CONOCIMIENTO

SOFTWARE TOOLS FOR KNOWLEDGE REPRESENTATION

Rubén José Rodríguez*

Resumen

La Psicología Cognitiva plantea en el modelo general de la memoria tres tipos de almacenamiento de la información: Memoria Sensorial (MS), Memoria de Corto Plazo (MCP), y Memoria de Largo Plazo (MLP). En la MLP se almacena información de modo permanente, su capacidad es extremadamente grande y conserva la información de modo indefinido.

Uno de los subsistemas de la MLP es la Memoria declarativa o conceptual que está compuesta a su vez, por una memoria semántica y una memoria episódica.

La organización del conocimiento en la memoria semántica humana tiene una estructura reticular, es decir los conocimientos se representan mediante *redes semánticas*, a través de representaciones proposicionales. Estas son *unidades semánticas* que articulan un concepto (nodo 1) con otro concepto (nodo 2) unidos por medio de una relación significativa.

El modo en que la información se aprende (fase de adquisición) es importante, tanto para la organización del conocimiento en la memoria como para la fase de recuperación. El mejor modo de aprender es integrar la nueva información en el *formato* en que la memoria opera para recuperarla/recordarla, es decir en el formato de *redes semánticas y mapas conceptuales*.

En el presente artículo se presenta un *software* cognitivo: *Knowledge Master* que emula la forma de la representación del conocimiento en la memoria semántica por medio de la creación de mapas conceptuales y redes semánticas. Se ilustra su aplicación mediante la visualización de redes semánticas sobre conceptos desarrollados en el propio artículo.

Palabras clave: memoria semántica, representación del conocimiento, gestión del conocimiento, mapas conceptuales, redes semánticas.

* Licenciado en Psicología UBA. Docente titular en Carreras de Posgrado en UCES, UBA, UAI, Universidad CAECE. Profesor-investigador del Departamento de Investigación de UCES. Dirección Santa Rosa 347 (1712) Castelar, Argentina. Teléfono: 4624-6514. E-mail: rodriguez.rubenjose@gmail.com

Summary

Cognitive Psychology proposes three types of information storage for the general pattern of memory: Sensory Memory (SM), Short Term Memory (STM), and Long Term Memory (LTM). In the LTM, information is stored on a permanent basis, its capacity is extremely large and it keeps information indefinitely.

One of the sub-systems of LTM is the declarative or conceptual memory which is composed in turn by a semantic memory as well as by an episodic one.

The organization of knowledge in the semantic human memory has a reticular structure, which means that knowledge is represented by semantic nets, through propositional representations. These are semantic units which articulate a concept (node 1) with another concept (node 2) joined by means of a significant relation.

The way in which information is learned (acquisition phase) is important, for the organization of knowledge in the memory as much as for the retrieval phase. The best way to learn is to integrate the new information in the format in which memory operates to retrieve/recall, that is to say in the format of *semantic nets* and *conceptual maps*.

In the present article a specimen of cognitive software is presented: *Knowledge Master*, which follows the outline of representation of knowledge in the semantic memory by means of the generation of conceptual maps and semantic nets. Its application is exemplified by visualization of semantic nets regarding concepts developed in this same article.

Key words: semantic memory, knowledge representation, knowledge administration, conceptual maps, semantic nets.

1. Psicología cognitiva de la memoria

La psicología cognitiva de la memoria se formuló en el marco de la teoría del procesamiento de la información (Best, 2002: 95). El modelo de los tres almacenes o depósitos de la memoria incluyen la memoria sensorial o inmediata (MS), memoria de corto plazo (MCP) y la memoria a largo plazo (MLP).

La MS es el registro sensorial donde se almacena la estimulación recibida por los diferentes canales (visual, auditivo, etc.) por un período breve. Dice Bruning et al.: “Los registros visuales guardan alrededor de siete a nueve unidades de información durante 0,5 segundos. Los registros auditivos guardan alrededor de siete a nueve unidades de información durante al menos 4 segundos”. (2005: 33)

Los códigos cognoscitivos de la MS se transfieren inmediatamente a la MCP. Su capacidad es limitada y la permanencia del material es de aproximadamente 30 segundos, y está organizada en un código acústico, verbal o lingüístico. El material que no se elabora decae.

La MLP tiene una capacidad ilimitada y se supone que la permanencia de los recuerdos no se pierden jamás (Ruíz-Vargas, 1991: 151). El material en la MLP se *organiza semánticamente*, es decir, por su significado.

Se trata de una memoria inmensamente compleja en la que se encuentra almacenado todo lo que conocemos acerca de nosotros y del mundo en que vivimos.

La MLP fue subdividida por E. Tulving (1972) (Tudela, 1991: 289) en memoria episódica y *memoria semántica*. Los contenidos de la memoria episódica son eventos, sucesos o episodios, es decir, acontecimientos situados tanto espacial como temporalmente en la biografía del sujeto.

La memoria semántica según la definición de Fung, Chertkow & Temmpleman (2000), “*Semantic memory is a component of long-term memory, which contains the permanent mental representation of our knowledge of object, concept, word an heir meaning*”. (Peraíta y Moreno, 2003: 323).

La memoria semántica es un gran depósito de conocimientos acerca de los significados de las palabras y las relaciones entre esos significados. Es en la memoria semántica donde se establecen las relaciones entre significantes (Ste.) y significados (Sdo.).

La memoria semántica está organizada mediante relaciones múltiples entre conceptos y tiene capacidad inferencial, es capaz de obtener consecuencias y conclusiones a partir de los conceptos de las premisas.

2. La representación del conocimiento en la memoria semántica¹

El conocimiento se representa en la memoria (MLP) en una variedad de formas, pero específicamente en la memoria semántica mediante *proposiciones*. s es una unidad mínima de información, que corresponde aproximadamente a una idea (Gagné, 1991: 77).

La proposición es una *unidad semántica*, no es una frase o una oración. “La proposición es lo que se codifica en la memoria... Codificar significa organizar sistemáticamente en la memoria la nueva información, articulándola con la información precedente” (Forte, 2005: 36).

La organización del conocimiento en la memoria semántica humana tiene una estructura reticular. Es decir, en la memoria semántica el conocimiento conceptual está organizado mediante *representaciones proposicionales*, que permiten independizar

¹ Sierra Díez en “Representación del conocimiento en el sistema cognitivo humano: Esquemas” plantea que la Teoría de la Representación debe acceder a nuevas estructuras interactivas del conocimiento: los esquemas. (Adarraga & Zaccagnini, 1991: 55-88).

las expresiones léxicas, gramaticales y sintácticas de las oraciones del *lenguaje natural* representando su significado en un *código semántico*. Las proposiciones son una unidad semántica mínima con capacidad de expresar un sentido lógico-psicológico propio.

La proposición es la expresión lógico-abstracta y es aproximadamente equivalente a una idea que puede ser expresada en una frase, pero es independiente de la forma del lenguaje natural, y de su expresión superficial y literal.

El conocimiento se almacena en la MLP bajo la forma de proposiciones, y específicamente mediante *redes proposicionales*.

Dice Cabezas: "...cuando una persona lee o escucha un texto, el *significado* de este se almacena en la MLP bajo la forma de *proposiciones semánticas*". (1987: 92).

La representación gráfico-lógica de una proposición asume la forma de un constructo de la unidad semántica de la MLP, tal como se visualiza en el Diagrama 1.

Una proposición: "El árbol tiene raíces", contiene dos conceptos enlazados. El concepto 1 (El árbol) es el nodo origen y el concepto 2 (raíces) el nodo destino, ambos están enlazados por una *relación* definida o relación etiquetada. Puede ser una relación recíproca o simétrica (\leftrightarrow).

Nodo origen----relación definida-----> Nodo destino

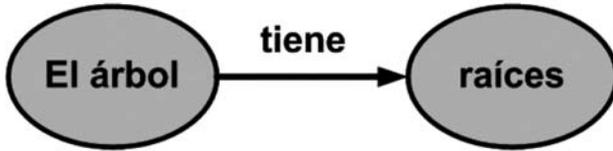
Concepto 1-----relación definida-----> Concepto 2

El Árbol --- tiene---> raíces

Los conceptos enlazados deben ser sustantivos simples, compuestos o frases nominales, y la relación debe ser un verbo o una expresión verbal muy breve que define una acción. Este vínculo es una etiqueta de la relación lógica entre los nodos enlazados. Los tipos de relaciones entre conceptos pueden expresar relaciones de: jerarquía ("es un tipo de"), parte-todo ("es parte de"), causa-efecto ("determina"), contextualidad espacio-temporal ("ocurrió en"), atributo ("posee"), ejemplo ("tiene como instancia"), equivalencia/identidad ("es igual a"). (Forte, 2005: 66-68).

Dichos nodos (conceptos) se van asociando semánticamente (enlaces) con otros conceptos formando proposiciones y se entre sí constituyendo una red semántica o *red semántica*.

Diagrama 1. Ejemplo de una representación de unidad semántica



Las redes semánticas son redes proposicionales, es decir, un conjunto de proposiciones interrelacionadas.

Una red proposicional es un constructo hipotético que se debe distinguir de la *red neural*, que es potencialmente observable.

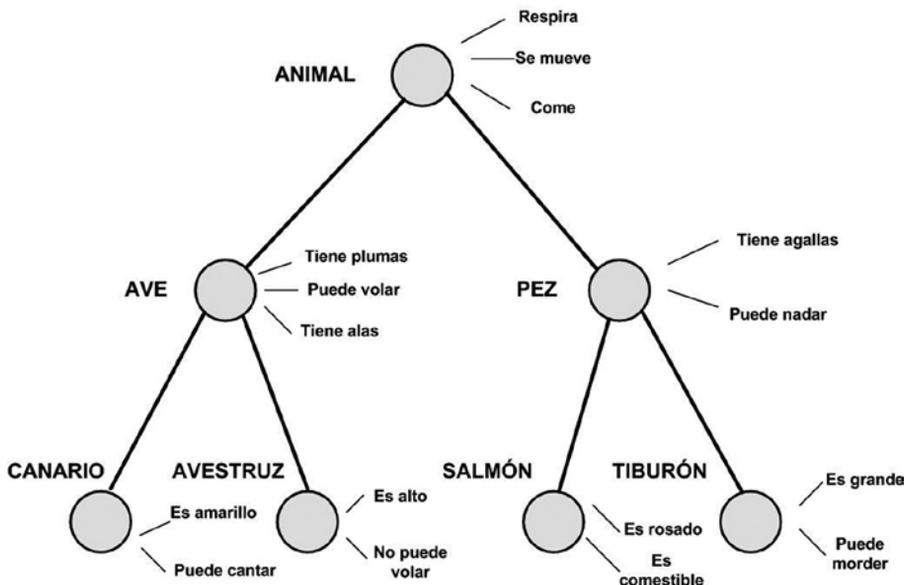
El término *red semántica* “deriva de la tesis de doctorado en psicología cognitiva de Ross Quillian (1968), quien primero lo introdujo como modo de expresar la organización de la memoria semántica humana, es decir, de la memoria por conceptos expresados en palabras” (Forte, 2005: 59). Una *red semántica*, según la definición pionera de Ross Quillian (1968), es un grafo en la cual los nodos o vértices etiquetados representan conceptos o características específicas, mientras que los arcos o flechas, también etiquetados, representan vínculos de diversas clases entre conceptos

El problema que trata de resolver Quillian es el de la *representación del significado* en la memoria semántica. Para ello, Quillian considera que los conceptos son *representaciones mentales* de una clase de objetos. Estas representaciones están profusamente relacionadas entre sí, formando una densa malla, y la *estructura de esas interrelaciones* reproduce el *significado del concepto*. Por lo que el *significado de un concepto* viene dado por el conjunto de relaciones que un concepto tiene con otro/s (Ruiz-Vargas, 1991: 212).

Señala Ruíz-Vargas: “A finales de los años 60, Ross Quillian investigador en inteligencia artificial, dedicaba sus esfuerzo a diseñar un programa de computador que fuera capaz de comprender enunciados en lenguaje natural y responder a los mismo de forma aceptable” (1991: 210). El TCL (*Teachable Language Comprehender*) o CLE (Comprendedor de Lenguaje Enseñable) que así se llamaba el programa que diseñó Quillian, el cual tenía que cumplir dos condiciones: (1) ser capaz de analizar *sintácticamente* los enunciados, (2) ser capaz de realizar algún tipo de interpretación *semántica* de los enunciados sintácticos. Al tratar de resolver el problema de la comprensión por computador Quillian dio con el problema de la memoria semántica. Es decir, que el problema de la comprensión no se resolvía introduciendo en el computador un diccionario de términos, sino disponer de *conceptos y relaciones entre conceptos*.

Quillian diseñó una red semántica tal como él hipotetizó que funcionaba la memoria semántica.

Diagrama 2. Estructura de la memoria según Ross Quillian (1968)²



El primer modelo de memoria semántica de Quillian (1968) más que una red semántica fue una red jerárquica, o una taxonomía semántica. Utilizó dos tipos de enlaces: los vínculos de *clases conceptuales* (“canario”, por ej.), que representan relaciones jerárquicas o categoriales entre conceptos (“ave”, “animal”) y los vínculos de *propiedades* (“es amarillo”, por ej.) que representan características específicas que se asocian a conceptos particulares. Ambos tipos de vínculos son direccionales. La red semántica se organiza por líneas de similitud semántica. Cuantas más propiedades (vínculos) tienen dos conceptos en común más próximamente relacionados se hallarán, y por lo tanto más rápido se propagará la asociación semántica entre ellos.

Collins & Quillian (1969) formulan la *Teoría de la propagación de activación* sobre la base de un modelo de taxonomía jerárquica y luego Collins & Loftus (1975) modifican dicho modelo y proponen sobre la base de *distancias semánticas* formulando la *Teoría extendida de la propagación de la acción*. Con relación al método de propagación de la activación, dice Ruiz-Vargas:

² Adaptado de la Figura 5.5. de Best (2002:187).

“...cuando el programa recibe como entrada una frase, los nodos correspondientes a los conceptos presentes en la red se activan. La activación se propaga a todos los nodos adyacentes, es decir, a los que están conectados con los primeros por alguna relación (lazos). El proceso de propagación se repite [...] El proceso de propagación de la activación se detiene cuando un nodo recibe activación de dos direcciones diferentes”. (1991: 212-213).

Este proceso de difusión o propagación de la activación es el fundamento de los recorridos semánticos. Un *recorrido semántico* es un recorrido reticular que marca la trayectoria de la circulación de ejes semánticos a través de la cadena de nodos, identificando los ejes semánticos del argumento.

El recorrido semántico es un encadenamiento directo de nodos relacionados que forman un encadenamiento de unidades semánticas (proposiciones) que permiten identificar los múltiples ejes semánticos del discurso sobre el tópico. Permite descubrir los principales ejes significativos alrededor de los cuales se organiza reticularmente el conocimiento sobre un argumento. El recorrido semántico simula, emula de modo isomórfico cómo el pensamiento busca la información en la memoria a largo plazo (MLP).

El recorrido semántico en su emulación informática es una trayectoria lineal no discontinua entre dos conceptos adyacentes dentro de la red del mapa.

Dicen Vilas et al.:

“La búsqueda es vista como una propagación de la activación desde dos o más nodos conceptuales hasta su intersección. El efecto de preparación (*priming*) se explica en términos de propagación de la activación desde el nodo del primer concepto hasta el adyacente y constituye el proceso básico sobre el que se asienta la comprensión”. (2006: 2)

La importancia del modelo de Quillian radica en que la recuperación de la información, es decir, la evocación del conocimiento de un tópico, argumento o tema se realiza mediante la propagación de la activación.

En la MLP se buscan las pistas asociativas, es decir, las asociaciones semánticas entre conceptos.

En el modelo de redes semánticas los conceptos no poseen significado de manera aislada sino que lo adquieren por su posición en la estructura reticular. Desde esta perspectiva, los conceptos no tienen ningún significado si se los considera aisladamente; solo muestran su significado en tanto son vistos en relación con los otros conceptos con los cuales están conectados por medio de enlaces o vectores nominados.

Por lo tanto la mayor o menor significatividad del contenido de un concepto no depende del significado lexicográfico del concepto, sino de la red de relaciones con los conceptos que estén conectados en la red cognitiva del sujeto. La densidad conectiva de un concepto define su relevancia semántica.

3. Representación de la información y representación del conocimiento

A los efectos de distinguir conocimiento de lo que no es, debemos plantear la distinción entre dato e información.

a) El dato (*datum*: lo dado) se vincula con un elemento primario referido a hechos o eventos. En metodología de la investigación, el dato -según Johan Galtung- es la observación de un hecho registrado. Es no evaluado, no estructurado, no interpretado. Un dato es la marca (tilde, cruz o redondel) de una alternativa de respuesta referida a una pregunta, respondida por un respondente. El dato así es un símbolo o señal de la percepción de una conducta verbal o no verbal de un sujeto. Por ello, se dice que el dato tiene una estructura tripartita: pregunta, respuesta y respondente. Si no existe alguno de los tres componentes no existe el dato (por lo menos en metodología de la investigación). (1968: 21).

(b) Cuando los datos se organizan e interpretan de acuerdo a algún marco conceptual se pasa del dato a la información. Es decir el dato adquiere una nueva significación cuando se lo ubica en un contexto referencial (marco conceptual, marco teórico, o simplemente esquema cognitivo). Al producir información se deja el plano de la exploración y descripción (datos) y se puede ingresar al nivel de la comprensión, la explicación, la predicción y el pronóstico (información).

c) El conocimiento se produce cuando se organiza la información de modo reticular. Es decir, se produce un mapa de la organización compleja del sistema representado. Lo complejo (*complexus* = lo que está tejido conjuntamente) tiene la "textura" de lo reticular. Dar cuenta de lo complejo es producir estructuras conceptuales reticulares, es decir, producir conocimiento. Esto es una red significativa.

Las herramientas de representación visual del conocimiento pueden expresar en los mapas, tanto, la estructura reticular del objeto que se da a conocer, como, el propio proceso mediante el cual se conoció dicho objeto. Los mapas conceptuales pueden representar el conocimiento como el conocimiento del conocimiento. Así se podría hablar de Mapas cognitivos (más allá de la coincidencia con la denominación de Edward Tolman) y Mapas metacognitivos. Con los primeros se logra aprender, con los segundos se puede lograr aprender a aprender. Los mapas conceptuales son los más adecuados para representar el conocimiento porque se basan en la representación de las unidades semánticas o proposiciones mediante la vinculación de conceptos (nodos) con otros conceptos por medio de enlaces (relaciones).

La organización reticular que se va tejiendo en la visualización de la estructura conceptual del campo que se está diagramando, da cuenta de la organización conceptual del objeto, materia o argumento que se quiere visualizar. Los tipos de vínculos son los diferentes articuladores de las relaciones entre los conceptos. La lectura de la conectividad que se va tejiendo permite reconstruir la articulación de las proposiciones. La complejidad de la estructura reticular da cuenta de la naturaleza multidimensional de lo complejo.

En el Diagrama 3 visualizamos las diferencias entre datos, información y conocimiento mediante un mapa conceptual.

No toda diagramación es diagramación del conocimiento, por ejemplo, cuadros sinópticos, gráficos, esquemas, mapas mentales, etc., son herramientas de visualización de la información.

Los modelos gráficos pueden clasificarse en función del tipo de estructura de la representación de los objetos:

- (i) lineales,
- (ii) jerárquicos, y
- (iii) reticulares.

En el Diagrama 4 se representan las características de estos tipos de representaciones gráficas.

3.1. Los mapas conceptuales (Joseph Novak)

Los mapas conceptuales (MC) fueron creados por Joseph Novak (1998, 1999) para aplicar en el aula la Teoría del Aprendizaje Significativo de David Ausubel (1999). Los MC “...*tienen por objeto representar relaciones significativas entre conceptos en forma de proposiciones. Una proposición consta de dos o más términos conceptuales unidos por palabras para formar una unidad semántica*”. (Novak y Gowin, 1999: 33).

El conocimiento se produce cuando se organiza la información de modo reticular. “*El conocimiento es solo conocimiento cuando es una organización contextualizada de la información*” (Morin, 1999: 16). El conocimiento se representa en una red semántica que expresa las unidades mínimas de significación: las proposiciones. Las herramientas de representación visual del conocimiento pueden expresar en los mapas, tanto, la estructura reticular del objeto que se da a conocer, como, el propio proceso mediante el cual se conoció dicho objeto.

Los mapas conceptuales son constructos gráficos y por lo tanto tratan de emular la estructura organizativa del conocimiento de la MLP. La *organización semántica de la*

memoria humana se da en forma de *redes semánticas* (o mapas conceptuales reticulares), es decir, una red de conceptos conexos de modo asociativo, a través de enlaces semánticos (ver Diagrama 4).

Los mapas conceptuales pueden representar tanto el conocimiento, como el conocimiento del conocimiento. Así se podría hablar de Mapas cognitivos y Mapas meta-cognitivos. Con los primeros se logra aprender, con los segundos se puede lograr aprender a aprender (Novak y Gowin, 1999).

En el mapa conceptual jerárquico o mapa ‘novakiano’ se distingue un *concepto principal* de los que se derivan de modo descendente *conceptos secundarios* dependientes de aquel. De cada concepto parte una y sola una relación y el sentido direccional de la misma es descendente. No admite la forma vector o flecha indicado la dirección de la relación, pues todas son siempre descendentes, con la excepción de las *relaciones coordinadas* que puede admitir relaciones hacia un nodo superior en cuyo caso sí la relación es un vector o flecha.

El mapa conceptual *novakiano* es esencialmente jerárquico pues distingue niveles de nodos: principal, secundario, terciario, etc. y ejemplos o instancias.

3.2. *La redes semánticas*

No obstante, los avances científicos de la década de los 90 muestran que la organización de la memoria es de tipo reticular. Así lo afirma la *Neurociencia Cognitiva de la Memoria* (Eichenbaum, 2003) y la *Psicología Cognitiva*. Estas evidencias científicas comprueban que los mapas conceptuales jerárquicos o novakianos no emulan el funcionamiento cognitivo y neurodinámico de la memoria. En estos tipos de mapas las relaciones entre nodos que se establecen forman proposiciones textuales (reproducen secuencias narrativas), por lo que representan unidades semánticas secuenciales unidireccionales, mientras que la mente opera mediante *redes semánticas multinodales* (no hay nodo principal, sino nodo relevante), *multidimensionales* (estratos, capas o dimensiones reticulares del conocimiento) *multidireccionales* (uno-muchos, muchos-muchos, etc.) y *multimodales* (el conocimiento puede representarse utilizando diversos modos o tipos de canales sensoriales: verbales, auditivos, visuales). En las redes semánticas los enlaces entre nodos están etiquetados, tienen enlaces definidos. La lectura de la red no es textual-secuencial-lineal, no existe un punto de inicio y un punto final, no responde a una lectura sintáctica sino que es una lectura semántica, se lee mediante una navegación cognitiva-semántica entre los nodos siguiendo los enlaces, posibilitando múltiples lecturas por el mismo lector y él mismo, creativamente puede descubrir nuevas relaciones semántico-cognitivas.

Diagrama 3. Dato, información y conocimiento³

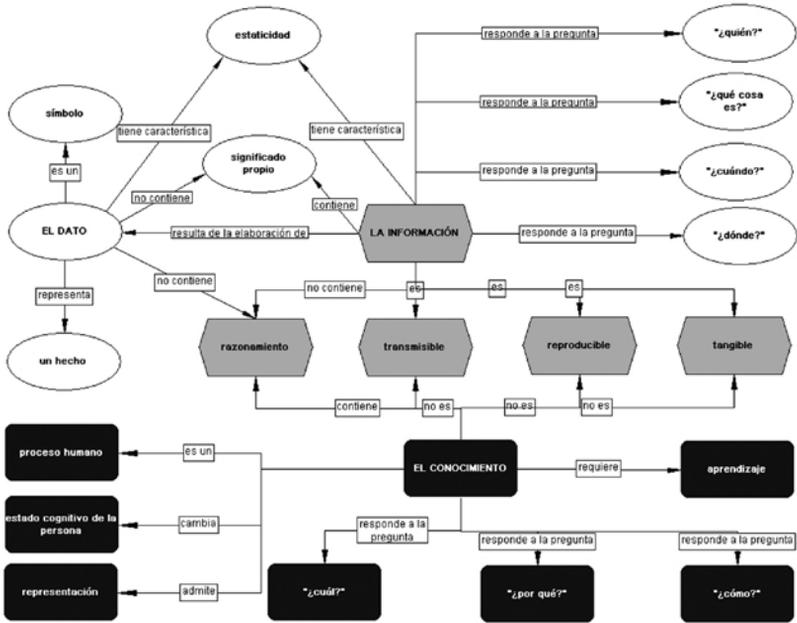
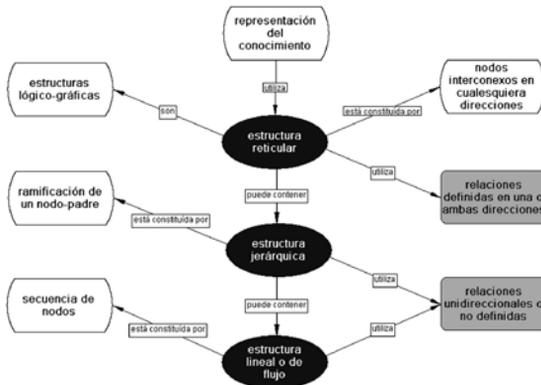


Diagrama 4. Linealidad, jerarquía y reticularidad⁴



³ Fuente: Logical Media. Curso Base: Enseñar y Aprender con los Mapas Conceptuales. 7ª edición. Unidad 1: Tópico 1.1: Dato, información y conocimiento. Disponible: <http://www.knowledgemastercorp.com/KM-Course-BasicCourse-esp.htm> [Consultado: 9 de enero de 2005]

⁴ Fuente: Ídem ant. Unidad 1. Tópico 1.3: Linealidad, jerarquía y reticularidad.

4. Herramientas para la representación de la información y el conocimiento

Existen muchas herramientas informáticas que ayudan a la representación de la información, en ese sentido son *software de diseño grafico*⁵, es decir, que disponen de plantillas o permiten diagramar mapas mentales, mapas de flujos, organigramas, mapas conceptuales jerárquicos (o novakianos) pero no permiten la navegación cognitiva ni la gestión del conocimiento.

Existen muy pocos *software* cognitivos de última generación que permiten la gestión del conocimiento, entre ellos se encuentra *Knowledge Master (KM)* que es el resultado de la investigación interdisciplinaria en psicología cognitiva, inteligencia artificial y neurociencias cognitivas y desarrollado con tecnología informática.

KM es una tecnología orientada a la sociedad del conocimiento y permite el aprendizaje y la enseñanza en el aula y en las empresas pues es una poderosa herramienta para la gestión del conocimiento en la didáctica y en las organizaciones. Es una importante ayuda que facilita y estimula el aprendizaje significativo tanto individual como corporativo porque su diseño informático emula los procesos cognitivos de la memoria dado que presenta los tópicos en la misma forma en que van a ser recuperados por la memoria, es decir, en forma de redes semánticas.

KM es un programa de gestión del conocimiento y una herramienta didáctica, pues permite:

- La navegación cognitiva en el mapa.
- La búsqueda semántica en toda la red.
- La identificación de recorridos semánticos (trayectos de proposiciones complejas).
- La codificación cromática y geométrica de los conceptos a los efectos de su mejor identificación lógica.
- Crea tipos de conceptos o categorías conceptuales que agrupan conceptos de una misma familia y son identificados con el mismo color y figura geométrica.
- Administra distintos tipos de relación entre los conceptos: indefinida, definida en una sola dirección, definida de modo recíproco, simétrica. Con la gestión del 'tipo de relación' se realiza una operación metacognitiva⁶.
- Realiza la inversión semántica y formal de las relaciones.
- La realización de una búsqueda conceptual o textual en el mapa activo y en todos los mapas.

⁵ Se mencionan algunos editores de mapas mentales y mapas conceptuales, pero hemos identificado más de 40 programas de este tipo: *Mind Jet-Mind Manager, CMap-Concept Map Tools, Inspiration Software, ConceptDraw-MINDMAP, Visual Mind-Mind Mapping Software, VisiMap, Inxight, FreeMind*.

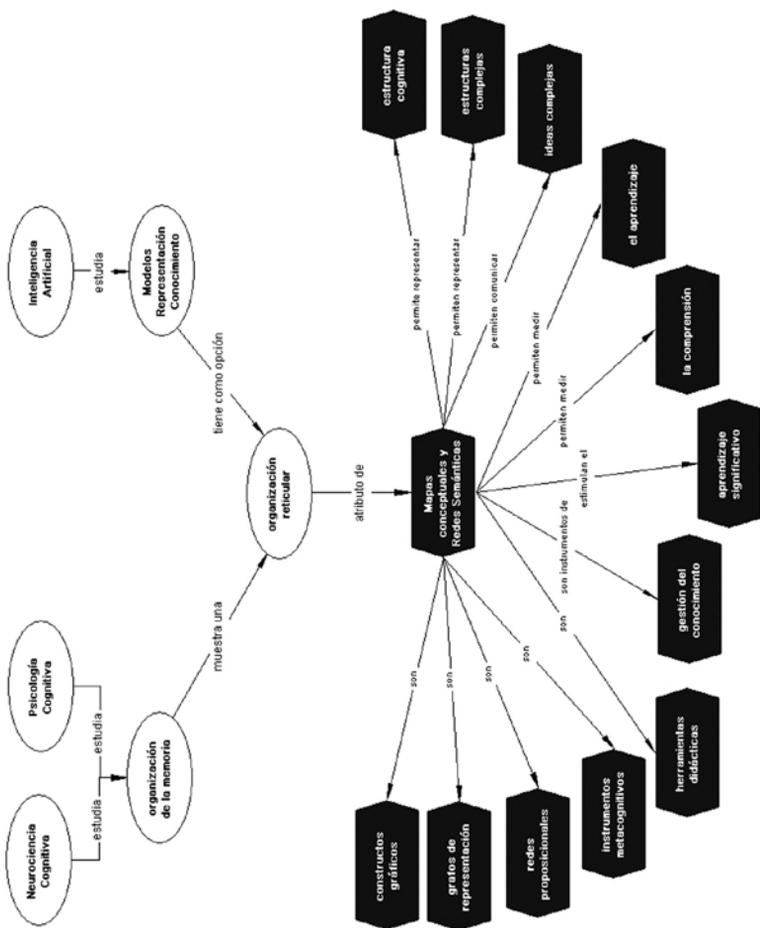
⁶ El tipo de relación es la parte cognitiva de una respuesta. "Si una proposición es una afirmación, entonces esa constituye una respuesta a una pregunta implícita" (Forte, 2005:71).

- La realización de búsquedas por tipo de concepto o categoría conceptual, o tipo de relación.
- La formulación de preguntas de control.
- La identificación de conceptos relevantes.
- El aprendizaje audiovisual.
- El aprendizaje activo.
- La conversión del mapa en una red proposicional en modo texto.
- La construcción de mapas en capas, dimensiones o estratos, relacionando los conceptos entre los distintos niveles de mapas.
- Asocia a los conceptos diferentes recursos multimediales (texto, imagen, video, voz, dirección *web*, etc.).
- Dispone de voz activa en varios idiomas, al pasar el puntero del mouse por los nodos pronuncia el nombre del concepto en el idioma seleccionado.
- Posibilita reconstruir dinámicamente el movimiento del diseño del mapa o red.
- Dispone de múltiples plantillas para la representación de la información.
- Crea Bases de Conocimiento Conceptual (BCC) mediante la integración de recursos multimediales asociados a la red conceptual.
- Es un instrumento de enseñanza, de aprendizaje y de evaluación.
- Su instalación en un entorno de Internet permite el desarrollo colaborativo, descentralizado y participativo de proyectos corporativos, científicos o educacionales.
- Posibilita la exportación del mapa o red semántica en múltiples formatos de archivos como en diferentes extensiones de imágenes.

En el Diagrama 5 se muestra un mapa conceptual elaborado por el autor utilizando la herramienta KM⁷ para visualizar las características y funcionalidades de esta herramienta de representación y gestión del conocimiento.

⁷ Los mapas de los diagramas 3, 4 y 5 también fueron construidos con *Knowledge Master*. Web site: <http://www.knowledgemaster.us/default-esp.htm>

Diagrama 5. Knowledge Master: Herramienta informática para la representación y gestión del conocimiento⁸



⁸ Elaboración propia. Rubén José Rodríguez.

Referencias bibliográficas

- Adarraga, P. y Zaccagnini, J.L. (1994). *Psicología e Inteligencia Artificial*. Madrid: Trotta.
- Ausubel, D.; Novak, J. y Hanesian, H. (1999). *Psicología educativa. Un punto de vista cognitivo*. 2ª ed. México: Trillas.
- Best, J.B. (2002). *Psicología cognoscitiva*. 5ª ed. México: Thomson Editores.
- Bruning, R.H. (2005). *Psicología cognitiva y de la instrucción*. 4ª ed. Madrid: Pearson/Prentice Educación.
- Buzan, T. (1996). *El Libro de los mapas mentales*. Barcelona: Urano.
- Cabezas, E.L. (1987). *Temas de psicología cognitiva III. Memoria*. Buenos Aires: Tekné.
- Collins, A.M. & Quillian, R.M. (1969). Retrieval time from semantic memory. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 8, 240-247. En Vivas, J.R. et al. (2006).
- Collins, A.M. & Loftus, E.F. (1975). A spreading-activation theory of semantic processing. *Psychological Review*, 82, 407-428. En Vivas, J.R. et al. (2006).
- Eichenbaum, H. (2003). *Neurociencia cognitiva de la memoria. Una introducción*. Madrid: Ariel.
- Forte, Virgilio (2005). *Mapas conceptuales. La gestión del conocimiento en la didáctica*. México: Alfaomega.
- Fung, T.D.; Chertkow, H. & Templeman, D. (2000). Pattern of semantic memory impairment in dementia of Alzheimer's tupe. *Brain and Cognition*, 43 (1-3), 200-205). En Peraita & Moreno (2003).
- Gagné, E. D. (1991). *La psicología cognitiva del aprendizaje escolar*. Madrid: Aprendizaje Visor.
- Galtung, J. (1968). *Teoría y métodos de la investigación social* (Tomo I). Buenos Aires: EUDEBA.
- Logical Media. (2005). *Curso Base: Enseñar y Aprender con los Mapas Conceptuales*. 7ª ed. Disponible: <http://www.knowledgemastercorp.com/KM-Course-BasicCourse-esp.htm> [Consultado: 9 de enero de 2005]

Morin, E. (1999). *La cabeza bien puesta. Repensar la reforma. Reformar el pensamiento*. Buenos Aires: Nueva Visión.

Novak, J. (1998). *Conocimiento y Aprendizaje. Los mapas conceptuales como herramientas facilitadoras para escuelas y empresas*. Madrid: Alianza Editorial.

Novak, J. y Gowin, B. (1999). *Aprendiendo a aprender*. Barcelona: Martínez Roca.

Peraita, H y Moreno, F.J. (2003). Revisión del estado actual del campo de la memoria semántica. *Anuario de Psicología*, 2003, 34,3, 321-336. Facultad de Psicología. Universidad de Barcelona.

Quillian, M.R. (1968). Semantic memory. En Vivas, J.R. et al. (2006).

Ruiz-Vargas, J.M. (1991). *Psicología de la memoria*. Madrid: Alianza Editorial.

Tudela, P. (1980). Memoria semántica. *Análisis y Modificación de Conducta*, 1980. Vol. 6, Nº 11-12, págs. 289-300.

Tulving, E. (1972). Episodic and semantic memory. En Tudela, P. (1980).

Vivas, J.R.; Comesaña, A. y Vivas, L.Y. (2006). *Evaluación de las redes semánticas de conceptos académicos en estudiantes universitarios*. Disponible: http://scielo.bvspsi.org.br/scielo.php?pid=S1413-82712007000100013&script=sci_arttext&tlng=es [Consultado: 10 de mayo de 2010]

Fecha de recepción: 15/12/09

Fecha de aceptación: 10/05/10