

Estado del arte en el tema de los organizadores gráficos en la representación de esquemas y diagramas*

Frank Edison Guerra Reyes*✉
Miguel Edmundo Naranjo Toro**

Cómo citar este artículo / To reference this article / Para citar este artigo: Guerra, F. y Naranjo, M. (2016). Estado del arte en el tema de los organizadores gráficos en la representación de esquemas y diagramas. *Revista UNIMAR*, 34(2), 43-60.

Fecha de recepción: 15 de julio de 2016
Fecha de revisión: 13 de septiembre de 2016
Fecha de aprobación: 05 de diciembre de 2016

RESUMEN

Hoy, más que ayer, buscar y encontrar información sobre los organizadores gráficos, constituye una tarea en apariencia sencilla. No solo se dispone de la información impresa, hay acceso a una mega fuente de datos: internet. En este contexto de aparente saturación temática, se busca ir más allá de la habitual compilación documental sobre los diferentes tipos de esquemas. Esta reseña muestra el producto de las búsquedas y encuentros en relación con su origen ancestral: inventores y evolución diagramática; así como los fundamentos contemporáneos, enmarcados en los principales postulados teóricos acerca del uso de los organizadores gráficos.

Palabras clave: bases teóricas, esquemas, diagramas, organizadores gráficos, representación gráfica.

State of the art in the subject of graphic organizers in the representation of schemes and diagrams

ABSTRACT

To seek and find information about graphic organizers today is a seemingly simple task. Not only is the printed information available, but there is access to a mega data source: internet. In this context of supposed thematic saturation, we intend to go beyond the usual documentary compilation on the different types of schemes. This review shows the product of searches and encounters in relation to their ancestral origin: inventors and diagrammatic evolution, as well as contemporary foundations, framed in the main theoretical postulates about the use of graphic organizers.

Key words: theoretical bases, schemes, diagrams, graphic organizers, graphic representation.

Estado da arte no tema dos organizadores gráficos na representação de esquemas e diagramas

RESUMO

Buscar e encontrar informações sobre organizadores gráficos hoje é uma tarefa aparentemente simples. Não só as informações impressas estão disponíveis, mas há acesso a uma mega fonte de dados: internet. Nesse contexto de suposta saturação do tema, pretendemos ir além da compilação documental usual sobre os diferentes tipos de esquemas. Esta revisão mostra o produto de buscas e encontros em relação à sua origem ancestral: inventores e evolução diagramática, bem como as fundações contemporâneas, enquadradas nos principais postulados teóricos sobre o uso de organizadores gráficos.

Palavras-chave: bases teóricas, esquemas, diagramas, organizadores gráficos, representação gráfica.

*Artículo de Reflexión no derivado de investigación.

**✉Magíster en Gerencia de Proyectos Educativos y Sociales; Doctor en Currículo. Docente investigador de la Universidad Técnica del Norte, Ibarra, Imbabura, Ecuador. Correo electrónico: feguerra@utn.edu.ec

*** Magíster en Docencia Universitaria e Investigación Educativa; Doctor en Investigación Educativa. Rector y Docente investigador en la Universidad Técnica del Norte, Ibarra, Imbabura, Ecuador. Correo electrónico: mnaranjo@utn.edu.ec

I. Introducción

En este artículo se muestran los resultados de las búsquedas documentales y reflexiones académicas realizadas en torno al origen histórico y los fundamentos científicos que avalan la construcción de los organizadores gráficos. Se propuso con ello, referenciar su origen y perfeccionamiento, a la vez que se valoraba los conocimientos tradicionales y contemporáneos en torno a esta temática. Según el poeta alemán Goethe: “el que no sabe llevar su contabilidad por espacio de tres mil años, se queda como un ignorante en la oscuridad, y solo vive al día” (citado por Gaarder, 2012).

A partir del pensamiento expuesto, Jostein Gaarder, inicia su novela *El mundo de Sofía*, con una alerta para los lectores: se requiere sumergirse en la historia de la filosofía y la ciencia, como puerta de acceso a las fuentes primigenias del conocimiento. En otros términos, cada peldaño que los seres humanos contemporáneos avanzan hacia la comprensión del mundo, tendría como base la sabiduría acumulada desde los orígenes de los primitivos hombres y mujeres. Con el mismo enfoque, este pensamiento, fue parafraseado por Newton, en 1676: “si he logrado ver más lejos, ha sido porque he subido a hombros de gigantes” (Hawking, 2010, p. 9).

Con esta perspectiva, en la primera parte se realiza una retrospectiva relacionada con las formas de representación ancestral, creadas por los primeros homínidos. Entre sus líneas, se intercala una referencia contextual, aunque accesoria, sobre el arte rupestre andino ecuatoriano (petroglifos y figuras mandálicas). Sin embargo, el énfasis explicativo, es asignado a los hitos legendarios del perfeccionamiento de las estructuras gráficas: desde las primitivas formas circulares, hasta la elaboración de los mapas mentales y toda una gama de estructuras de representación de los procesos lógicos y creativos.

Los científicos de otras épocas podían descuidar cualquier cosa que no fuera la obra de sus inmediatos antecesores, e incluso podían rechazar la tradición como cosa que frenaba el progreso en vez de facilitararlo. Hoy, sin embargo, las inquietudes de la ciencia han llamado la atención sobre el aspecto histórico de la ciencia. Para saber cómo superar las dificultades con que nos enfrentamos

y poner las nuevas fuerzas de la ciencia más al servicio del bienestar que de la destrucción, es necesario examinar, distintamente, cómo ha llegado a producirse la presente situación. (Bernal, 2007, p. 1).

Este punto de vista histórico, usado para comprender el perfeccionamiento de las formas de representación esquemática, por un lado, tributa valía a los saberes e interpretaciones logrados en la antigüedad. Por otro, contribuye a mejorar las reflexiones, en relación con el origen y el sustento académico del uso de los organizadores gráficos, como estrategias didácticas para aprender en la época posmodernista.

Con relación a las bases contemporáneas, el soporte inicial se encuentra en la revisión psicológica sobre la relación entre las estructuras gráficas y la forma como se asimilan los conceptos en la memoria. En otros términos, la comprensión de los conceptos fundamentales de las ciencias sobre la base de la construcción de los organizadores gráficos. Para ello, se refiere los estudios sobre aprendizaje y memoria efectuados desde mediados del siglo XX.

Se exponen, al inicio, siete teorías que tuvieron prevalencia hasta finales de los años 80's del siglo anterior. Se sintetizan los hallazgos sobre las redes semánticas, la teoría del aprendizaje significativo, la memoria asociativa humana, la teoría de los esquemas, el modelo de Kintsch, la teoría de la doble codificación y la teoría de los varios cerebros, como explicaciones anticipadas sobre la estructura y funcionamiento cerebral y su relación con la forma como se organizan los múltiples conocimientos.

Luego se exponen, de manera referencial, la teoría de las redes relacionales con base en la neurolingüística y las interpretaciones críticas sobre el uso de las imágenes, derivadas de los estudios semióticos.

Para algunos estudiosos, haber citado diversas fuentes, algunas en apariencia contradictorias, puede parecer una clase de eclecticismo reflexivo. Sin embargo, como lo expresa Dupré (2010, p. 59) “el progreso hacia la comprensión solo puede lograrse a través de la colaboración, de la comunicación y del intercambio de ideas y de puntos de vista: un legado muy positivo del relativismo”.

Por otra parte, desde mediados del siglo anterior, ya no se habla de leyes universales sino de hipótesis parciales para incrementar el conocimiento: “puesto que cualquier descripción debe ser parcial, la historia natural típica con frecuencia omite, de sus informes sumamente circunstanciados, precisamente aquellos detalles que científicos posteriores considerarán como fuentes importantes de informes esclarecedores” (Kuhn, 2004, p. 42). Por ello, en esta reseña, se propuso referenciar y valorar el origen, evolución y la fundamentación actual, en torno al uso de los organizadores gráficos.

Finalmente, a partir del estudio documental, implementado con el uso de técnicas bibliográficas, se ordenó la información, así como la construcción

teórica (Arteaga, Campos y Bermúdez, 2006). Y con fichas de trabajo se seleccionó las ideas generadas por la tradición, así como aquellas con sustento científico relevante, relacionadas con la materia en estudio.

2. Orígenes y evolución de la representación gráfica

Desde la prehistoria, la grafía sirvió a los seres humanos como instrumento importante, tanto para la comunicación como para la representación de sus pensamientos. “Los dibujos en las cavernas prehistóricas evidencian la capacidad representativa. Los cazadores y sus presas son un signo indiscutible de pensamiento” (De Zubiría M. y De Zubiría J., 2011, p. 12).

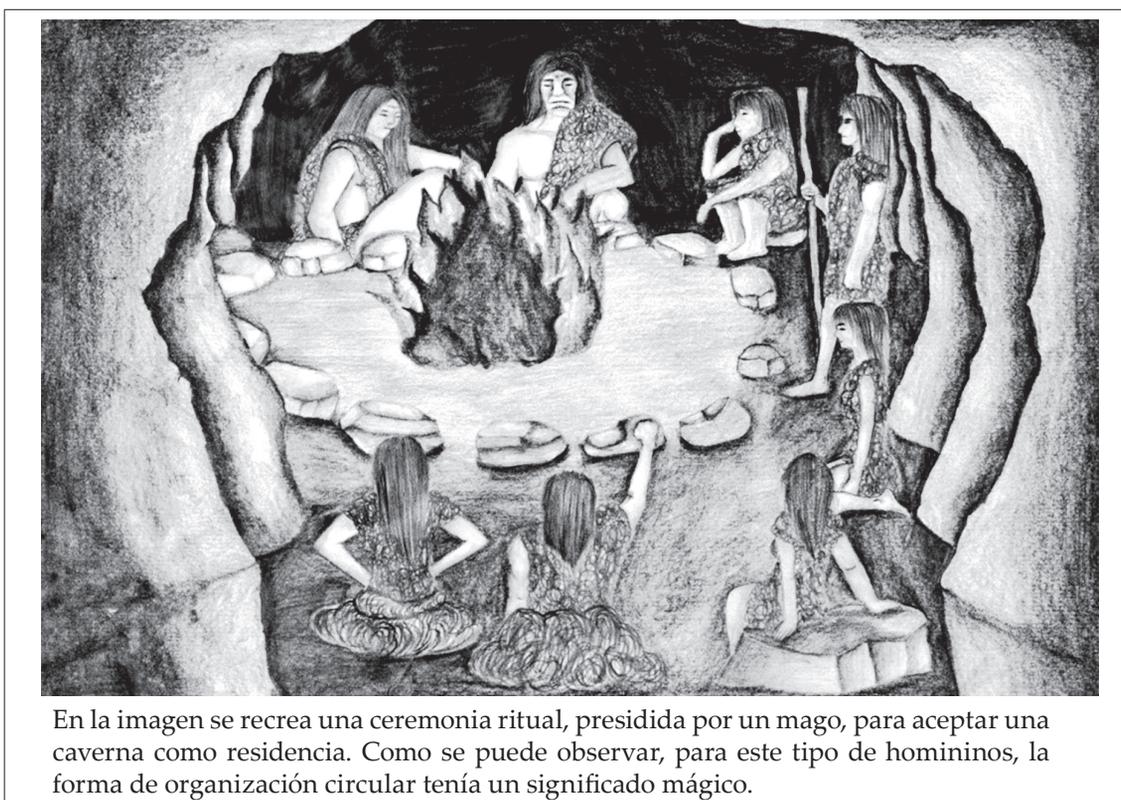


Figura 1. Representación de una reunión realizada hace 100.000 años por un grupo de Neandertales.
Fuente: Luís Guerra Dávila³.

Desde las cavernas hasta el siglo XXI, la especie ha evolucionado hasta transformar los signos y las imágenes en lenguajes diversos que han posibilitado el desarrollo científico y tecnológico, así como el

impacto ambiental irreversible al planeta. Desde aquellos rituales sagrados del *Homo neanderthalensis*, los simples dibujos que esbozaban los primitivos cazadores *Homo sapiens*, hasta los programas

³Los diseños de algunas figuras, elaborados por Luís Guerra Dávila y Santiago López, constituyen aportes realizados en el marco de este artículo.

informáticos que posibilitan el diseño interactivo de una amplia variedad de organizadores gráficos; el salto evolutivo ha sido incontenible.

Inventores

Al igual que con el progreso de la ciencia y la tecnología, no es sino desde inicios del siglo XX, que se verifica un gran desarrollo y difusión del uso de los organizadores gráficos. Sin embargo, sus orígenes pueden encontrarse en las ideas de los primitivos seres humanos.

La primera forma utilizada para representar la realidad aledaña fue el círculo. Desde el posible origen del universo, 13.000.000.000 años atrás, la organización circular sintetiza, según los esotéricos, todo lo existente. Por ejemplo, la *Flor de la Vida*, un mandala de 19 círculos entrelazados en forma de pétalos, describe la Geometría Sagrada que dio lugar a todos los procesos naturales. Con el mismo argumento, Jung y Wilhelm (1961) expresan que el más arcaico de los dibujos mandálicos, la *Rueda solar paleolítica*, descubierta en la antigua Rhodesia, tendría entre 2.000.000 y 200.000 años de historia. En Grecia, se encontró un *Disco cretense* con grabaciones de 45 jeroglíficos que data de hace 14.000 años (Rossi, 2010a). De fecha más reciente, un *Sello sumerio* con motivos en forma de cruz y el *Monumento megalítico Stonehenge*, registrarían al menos 4.000 años de antigüedad (Küstenmacher M. y Küstenmacher W., 2002).

En el Ecuador, la organización circular se verifica tanto en la *fiesta del Inti Raymi* (un culto de origen incaico y andino de agradecimiento al Sol, realizado por los Kichwas del norte), como en los múltiples diseños mandálicos representados como *petroglifos*, desde 13.000 años atrás por los pueblos amazónicos ancestrales (Almeida, 2005).

La comunicación iconográfica, produjo tres estilos identificables: en la costa una iconografía figurativa muy elaborada en los objetos tridimensionales, que se combinó con formas geométricas bidimensionales (pintura corporal, sellos, estelas); en los pueblos de origen amazónico (quixos, shuar, paltas, yumbos y parcialmente pastos) representaciones estilizadas (petroglifos), formas geométricas básicas en cerámica y metalurgia; en la sierra centro-norte, formas geométricas abstractas de tradición andina (cañaris, puruhaes, quito-panzaleo, cayambe-otavalo, carangues y parcialmente los pastos. (Valarezo, 2015, pp. 9-10).

Otra forma de representación ancestral, el pictograma, también muestra larga data de uso humano. Hace 40.800 años, varios cavernícolas diseñaron pictogramas como parte de su arte rupestre (Sanz, 2014). Renzo Rossi, en otro de sus libros: *La cuna de la escritura* (2010b), demuestra como en una cerámica china, de más 6.000 años de antigüedad, se representa un pez a través de un pictograma. Según este autor, este sería un ejemplo elemental de escritura. Por último, a 5.000 años en el pasado se remontan los primeros pictogramas de la escritura cuneiforme inventada por los sumerios. Aunque, los jeroglíficos de origen egipcio, serían los precursores de esta forma de representación esquemática.

En cuanto a la representación esquemática con fines académicos, la evidencia más antigua corresponde al sistema de escalonamiento. Tales de Mileto, filósofo de la naturaleza que vivió hace aproximadamente 2.600 años, esbozó una de las primeras formas de organización de la filosofía, la ciencia y la interpretación del mundo físico, en torno a un primer principio: el agua. Sus discípulos y continuadores llegaron a integrar más elementos. Entre ellos, Empédocles, pensaba que la naturaleza se formaba por cuatro elementos: agua, aire, fuego y tierra. De la misma forma, Confucio, hace 2.500 años, organizó sistemáticamente el conocimiento de aquel período en 6 libros: de las mutaciones, de las odas, de la historia, de los rituales, de la música, y de los anales de la primavera y otoño. Con el mismo esquema, hace 2.450 años, Sócrates, desarrolló la mayéutica como estrategia para visualizar los razonamientos. Platón, 2.400 años antes, en sus Diálogos, expresó algunas nociones en relación con la clasificación de los conocimientos; y finalmente, Aristóteles, hace 2.350 años, dividió a las ciencias en teóricas y especulativas. Este filósofo planteó, además, el principio de interpretación lógica de la realidad, que constituye una de las primeras formas de categorización del conocimiento, a saber: sustancia, cantidad, cualidad, relación, lugar, tiempo, situación, estado, acción y pasión.

Como parte de la evolución diagramática del conocimiento, se impuso el *diagrama de llaves*. En 1.620, Francis Bacon, en su libro: *Novum Organum*, plantea la división de las ideas como: *El árbol del conocimiento*. Sin embargo, el registro más evidente se encuentra en *La Enciclopedia francesa (L'Encyclopédie)* de Diderot y D'Alembert (1750).

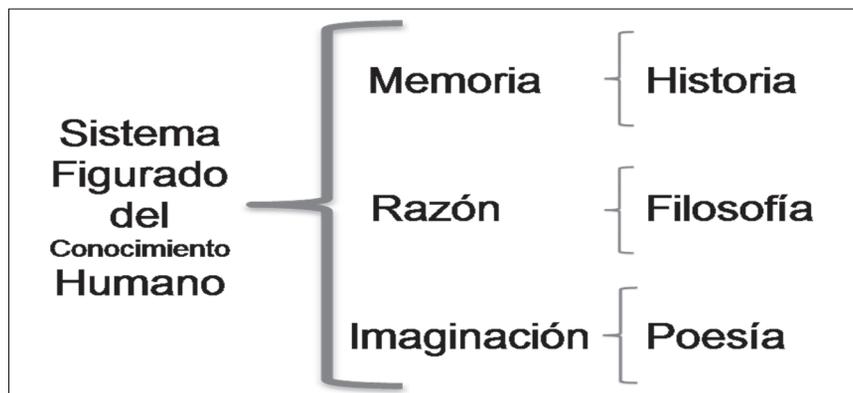


Figura 2. Llaves sobre el sistema figurado del conocimiento humano.

De manera específica, la noción de esquemas, fue descrita por primera vez hace más de dos siglos por Kant (2015), en un capítulo (Del esquematismo de los conceptos puros del entendimiento) de su libro publicado en dos ediciones alemanas 1781 y 1787: *Crítica de la Razón Pura*. Por otra parte, según Montaner (2008), entre 1839-1914, Charles Sanders Peirce, en sus escritos sobre Sociología y Lógica, realiza la primera definición y uso sistemático de los *diagramas*. Por el mismo periodo, John Venn, presenta sus diagramas lógicos en el libro: *De la representación mecánica y diagramática de proposiciones y razonamientos*, publicado en 1880.

Durante el siglo XX, la evolución del uso de los esquemas, experimenta mayor desarrollo. En 1921, se expone la primera versión de los diagramas de flujo. Según Pardo (2012), el diseño de estos diagramas se atribuye a Frank Gilbreth. En 1943, Kaoru Ishikawa (2007), concibe el diagrama espina de pescado o diagrama de causa-efecto. Tolman en 1949, refiere que las personas forman mapas cognoscitivos para decidir el mejor camino para lograr sus objetivos, y Piaget en 1962, explica que “los esquemas reflejan las experiencias previas y constituyen el propio conocimiento en un momento dado” (Schunk, 2012, pp. 123-124). Karl Popper (1980), publica en 1962 *La lógica de la investigación científica*, trabajo académico en el cual esquematiza algunas ideas del *falsacionismo* en forma de redes lógicas de conceptos. Asimismo, Alexander Luria (1984), reproduce el esquema de la composición de formas situacionales y categoriales de generalización, realizado por primera vez, por Willian en 1966, como un diseño semejante a las redes semánticas de conceptos.

No obstante, a la reseña expuesta, es a partir de mediados del siglo anterior, cuando se empieza con la fundamentación del uso de los organizadores gráficos

para el aprendizaje. David Ausubel (1976), propone en 1960 los organizadores previos como esquemas conceptuales para relacionar la información. Para 1968, Ross Quillian (citado por Hernández, 2011, p. 59), desarrolla las redes semánticas, esquemas donde los conceptos son representados por nodos o vértices y sus relaciones. Con ello, se extendió las explicaciones sobre el comportamiento de la memoria humana. En 1972, Joseph Novak, con sustento en los trabajos de Ausubel, desarrolló los mapas conceptuales como herramientas cognitivas para mejorar el aprendizaje. Para finales de los 70's, Pearson y Johnson, proponen los mapas semánticos (Heimlich y Pitelman, 2007). A inicios de la siguiente década, en 1980, Rumelhart y colaboradores, idearon la teoría de los esquemas, que sustenta la representación y desarrollo de los procesos cognitivos. En 1988, Joseph Novak y Bob Gowin, difunden mundialmente los mapas conceptuales y el diagrama UVE. Finalmente, antes de acabar el siglo XX, Tony Buzan, sobre la base de los estudios sobre el cerebro, concibe los mapas mentales.

En otras palabras, sobre la base de las redes semánticas desarrolladas por Quillian, se inicia el diseño, con fines educativos, de la variedad de organizadores gráficos que se utilizan actualmente (Ontoria, Gómez y Molina, 2005). Finalmente, para el presente siglo, en el ámbito del desarrollo tecnológico mundial, se diversifica las opciones de construcción digital a partir de software educativo.

El origen del nombre

Los organizadores gráficos son:

Representaciones gráfico - espaciales, en los que se muestra de forma simplificada la información relevante y las interrelaciones entre ellas, permitiendo de

forma económica, y, en un solo “golpe de vista” considerar las partes de un texto que, integradas entre sí forman un todo. (Hernández y García, 1997, p. 113).

En relación con el nombre, los autores citados, emplean el término “post-organizador gráfico” para referirse al proceso de organización informativa del conocimiento. No obstante, según Barron (1969), fue David Ausubel, quién en 1960, usó el término: “Organizador previo”, para referirse a la estructura didáctica diseñada para potenciar el aprendizaje y la retención de material verbal significativo.

A la definición dada se agrega que su diseño actual, puede realizarse a partir de programas

computacionales y socializarse a través de redes informáticas. Por ello, la nominación actual de Organizadores Gráficos Interactivos (OGIS).

3. Modelo evolutivo de la representación gráfica

Enmarcado en el pensamiento de los primeros filósofos de la naturaleza, se exhibe visualmente, la evolución en el diseño de los organizadores gráficos: desde el Mandala hasta lo más característico de la representación gráfica contemporánea. Los ejemplos desarrollan la concepción sobre el mundo físico compuesto por 4 elementos.

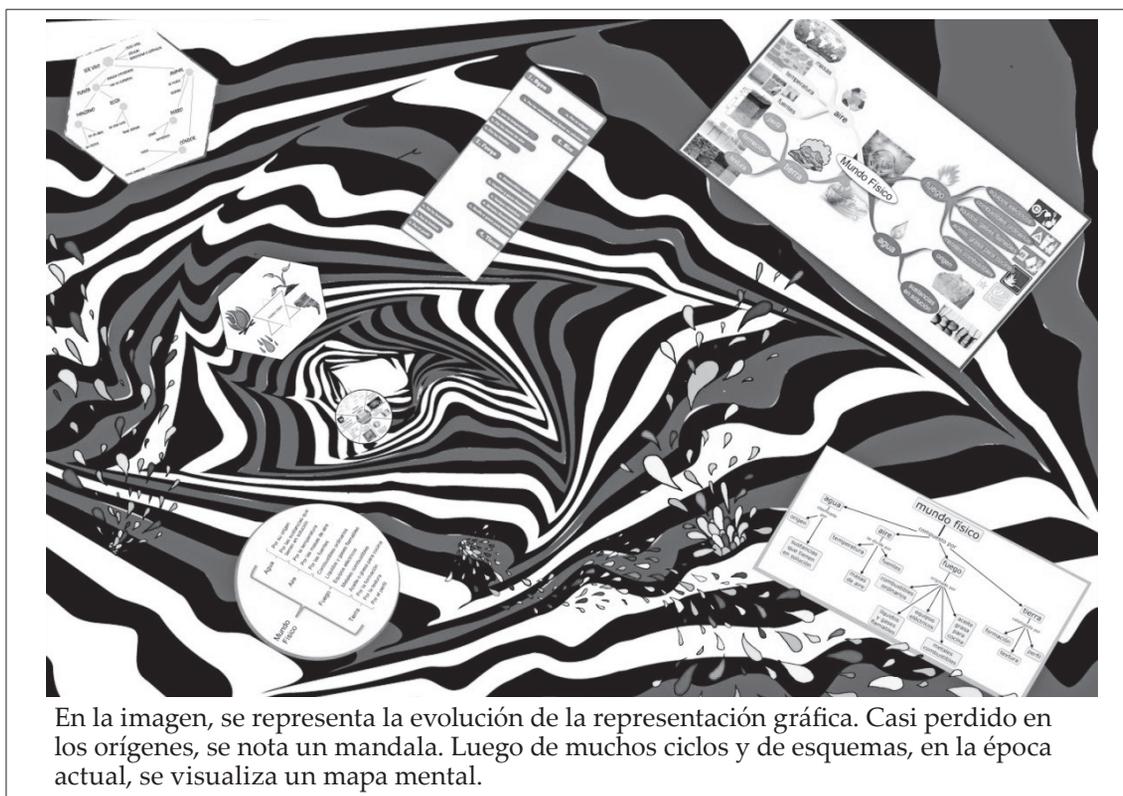


Figura 3. Túnel del tiempo de los organizadores gráficos.
Fuente: Luís Guerra Dávila.

Mandala

Como se expresó, los mandalas como esquemas circulares, constituyen una forma ancestral de representación de realidad circundante. Según Rhoda Kellogg (1979), los mandalas constituyen una de las formas primarias de representación humana. Esta autora ha verificado con sus

estudios que, en casi todas las culturas, los primeros dibujos infantiles consisten en círculos en cuyo interior se incluye una cruz. Además, a partir de su conocimiento, desde un enfoque de las corrientes espiritualistas de Oriente, se gestan propuestas pedagógicas contemporáneas, que establecen pautas para su elaboración.

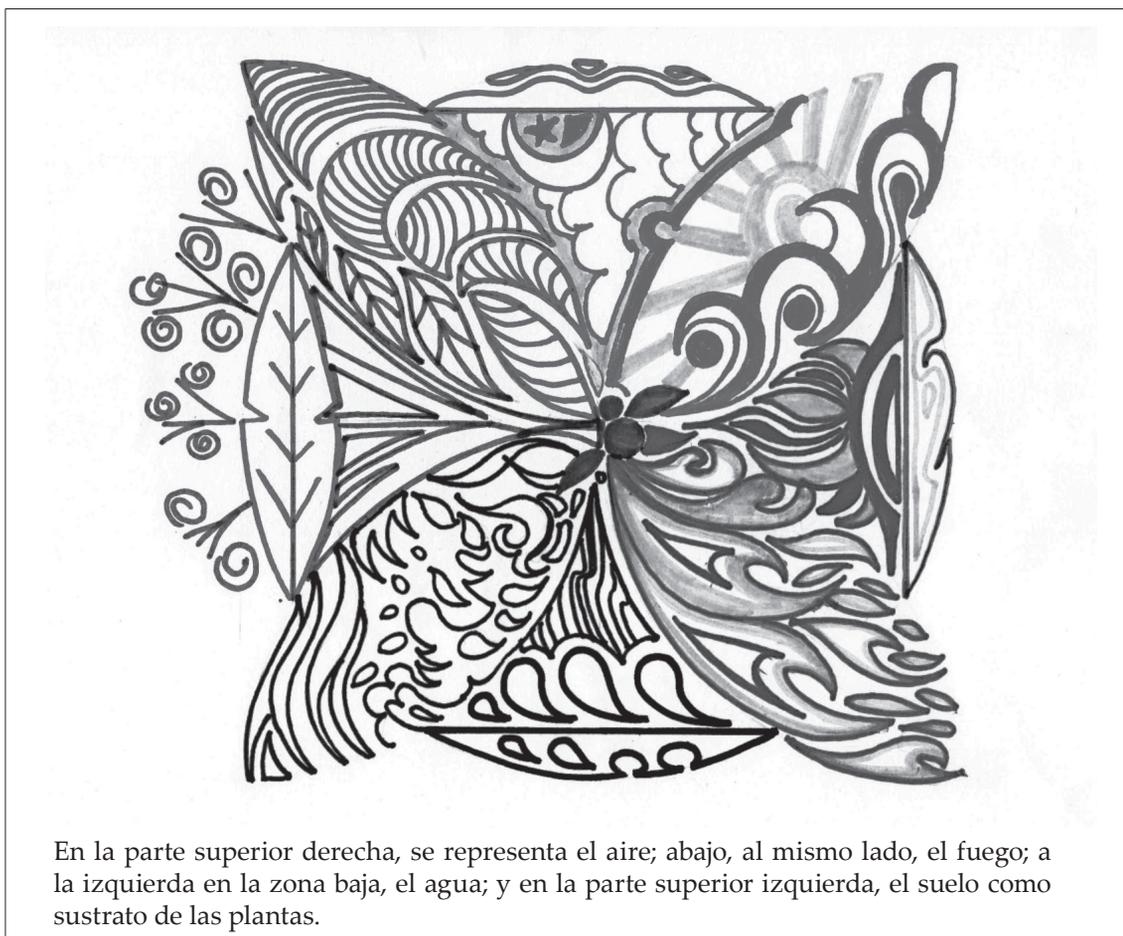


Figura 4. Mandala de los 4 elementos del mundo físico.
Fuente: Santiago López.

Pictograma

Según Rossi (2010a, p. 8) los primitivos seres humanos, “al anochecer, se reunían junto al fuego para contar historias e intercambiar noticias. Algunas veces, trazaban sencillos signos en piedra o hueso, o dibujaban figuras en las paredes de sus cuevas para recordar lo que se había dicho”.

De acuerdo con esta referencia histórica, estos antepasados se valieron de símbolos para representar los objetos, así como para apresar el mundo mágico en que vivían. Para los homínidos ancestrales,

los pictogramas se establecieron como una de las primeras formas de escritura. Para algunos antropólogos, constituyen evidencia de la evolución del lenguaje oral, hacia el visual y luego al escrito.

En el pictograma que se bosqueja como ejemplo, no se presenta precisamente una similitud con los generados por los seres humanos que habitaban en las cavernas. Se presenta más bien, un modelo que desarrolla la hipótesis de los cuatro elementos del mundo físico, descrito por los primeros filósofos de la naturaleza.

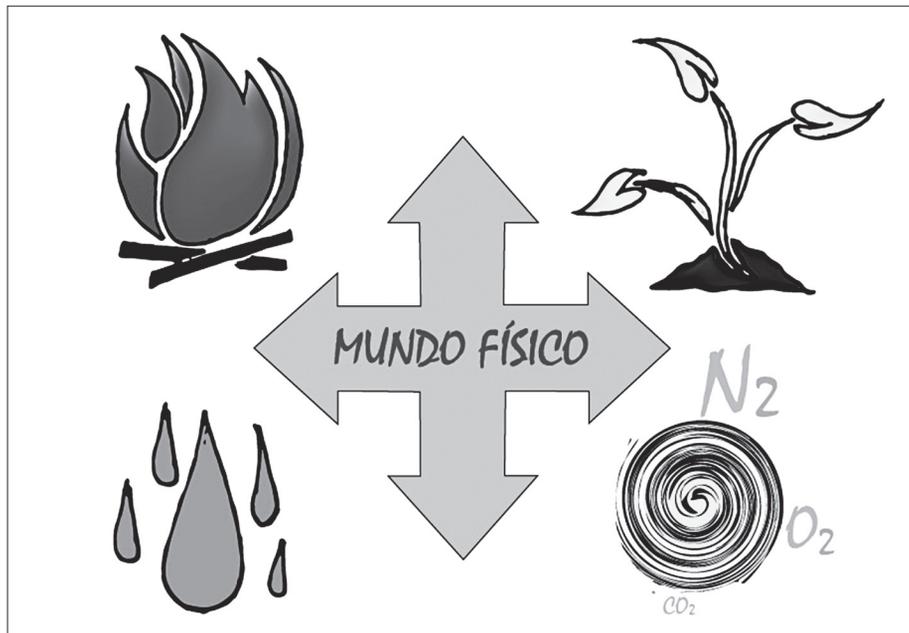


Figura 5. Pictograma de los 4 elementos del mundo físico.
Fuente: Luís Guerra Dávila.

Sistema de escalonamiento o bosquejo esquemático

Para Hernández y García (1997) la primigenia forma para organizar académicamente la información fue el sistema de escalonamiento o bosquejo esquemático, como también se le conoce. En este esquema se ubican los conceptos en orden jerárquico vertical, desde los más generales hasta los más específicos. Suele anteponerse un número o letra de acuerdo al orden que se ha dado. Los conceptos más particulares se desplazan hacia la derecha.

En este ejemplo, se amplía la concepción inicial sobre el mundo físico, propuesta hace aproximadamente 2.600 años, por los discípulos del primero de los filósofos de la naturaleza: Tales de Mileto.

- i. Agua.
- ii. Aire.
- iii. Fuego.
- iv. Tierra.

Para mejorar la elaboración didáctica de los siguientes organizadores gráficos, en la muestra, se integra para cada uno de los 4 elementos, una clasificación contemporánea, a saber:

- I. Agua
 - a. Por su origen.
 - b. Por las sustancias que tiene en solución.
- II. Aire
 - a. Por la temperatura.
 - b. Por las masas de aire.
 - c. Por las fuentes.
- III. Fuego
 - a. Combustibles ordinarios.
 - b. Líquidos y gases flamables.
 - c. Equipos eléctricos.
 - d. Metales combustibles.
 - e. Aceite o grasa para cocina.
- IV. Tierra
 - a. Por la formación.
 - b. Por la textura.
 - c. Por el perfil.

Figura 6. Bosquejo esquemático de los 4 elementos del mundo físico.

Diagrama de llaves

Un avance en la forma de organizar la información es el cuadro sinóptico o sistema de llaves. En él, los

conceptos se jerarquizan horizontalmente, de izquierda a derecha, separados por una llave en cada nivel. Así por ejemplo:



Figura 7. Diagrama de llaves de los 4 elementos del mundo físico.

Mapa conceptual

Los estudios de la ciencia cognitiva permitieron el desarrollo de la teoría de los esquemas, de la cual se desarrollaron los mapas conceptuales o mapas novakianos. En estos diagramas, con mucho parecido a las redes, se incluye también palabras de enlace o conectores que permitirán enlazar dos conceptos para formar una proposición que exprese las ideas o pensamientos.

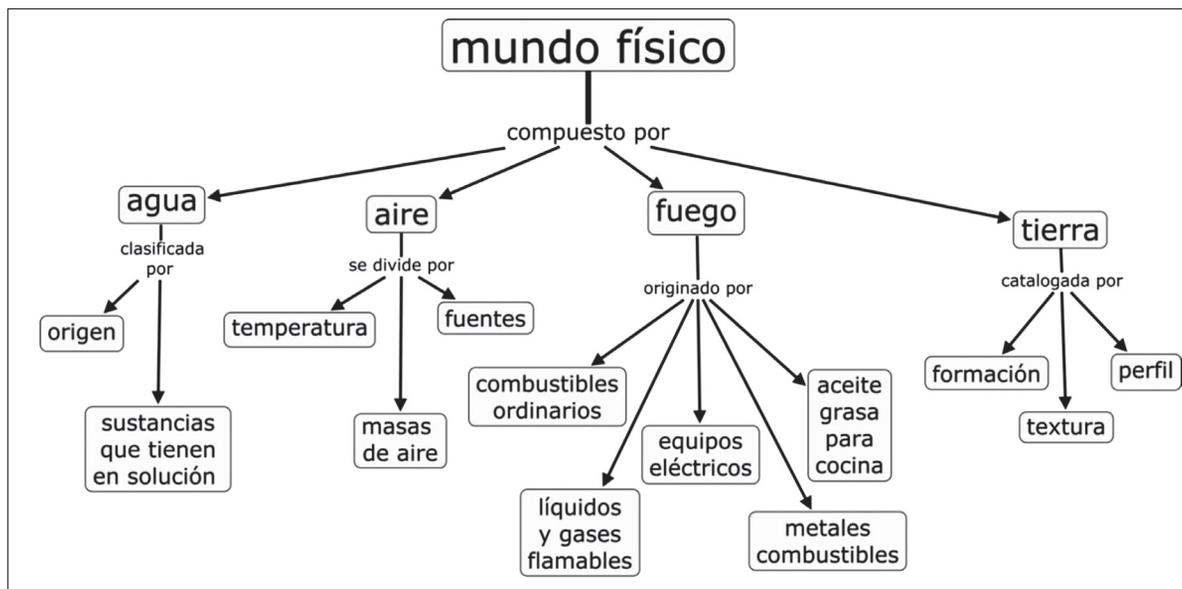


Figura 8. Mapa conceptual de los 4 elementos del mundo físico.

Mapa mental

Los descubrimientos de Sperry, Gazzaniga y Bogen (1969), sobre el distinto funcionamiento de los hemisferios cerebrales: derecho e izquierdo, posibilitaron ampliar la percepción que se tenía acerca de la inteligencia. Se comenzó a hablar también sobre el pensamiento holístico, creativo, inventivo, lateral. Con estos estudios y de la mano de los psicólogos ingleses Toni Buzan y Barry Buzan (1996), aparecen los mapas mentales. En ellos, a más de los conceptos relacionados, se integran las imágenes, el color y la organización espacial.

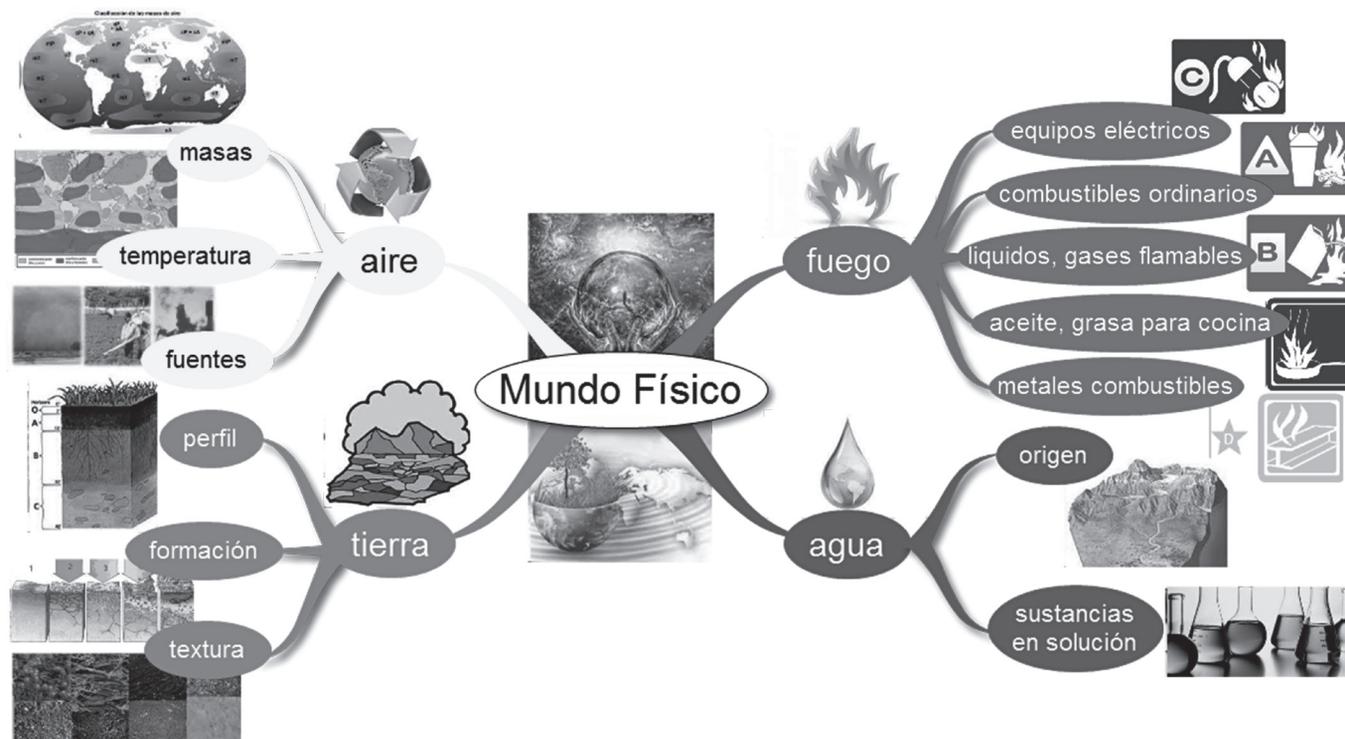


Figura 9. Mapa mental de los 4 elementos del mundo físico.

4. Primeras teorías que sustentan la representación del conocimiento

Hoy, casi suena a lugar común, referir que, para aprender significativamente en el aula de clase, lo mejor y más básico, es la utilización de un mapa conceptual, un mapa mental, cuadro sinóptico u otra forma de representación visual de la información y el conocimiento. Sin embargo, estas formas de representar los contenidos de casi cualquier disciplina académica, en apariencia bastante lógica y normal, tuvo una larga trayectoria de investigaciones y fundamentaciones experimentales.



Figura 10. Mandala sobre las primeras teorías que sustentan la representación del conocimiento.

Las redes semánticas

El conocimiento se representa en forma de una red, es la hipótesis básica que explica cómo se procesan mentalmente los significados de los objetos en el cerebro humano. Ross Quillian (citado por Hernandez, 2011, p. 59), un investigador en inteligencia artificial, al proponerse resolver el problema de comprensión por computador, dio con el problema de la memoria semántica de los seres humanos. Es así como en 1968 propuso la primera teoría que explicaba cómo se almacenan los conocimientos en la memoria. Según esta teoría conocida como TLC (*Teachable Language Comprehender*) o CLE (*Comprehendedor del Lenguaje Enseñable*), el conocimiento se recopila en la memoria en forma de redes constituidas por nodos (unidades cognitivas), formadas por conceptos y enlaces entre los nodos. De acuerdo con este científico, los enlaces o relaciones entre los nodos podían ser de cinco clases: 1) supraordenados – subordinados; 2) modificadores; 3) disyuntivos; 4) conjuntivos; y 5) residuales.

A pesar de ser un modelo ya superado en la actualidad, este patrón sentó las bases científicas para explicar cómo los seres humanos procesan la información. En otras palabras, la propuesta de Quillian, generó, para

la humanidad, el entendimiento de cómo las personas almacenan los conocimientos en la memoria. Como se aprecia en el siguiente ejemplo, los conocimientos se recopilan en la memoria como una estructura organizada y jerárquica de conceptos y sus relaciones.

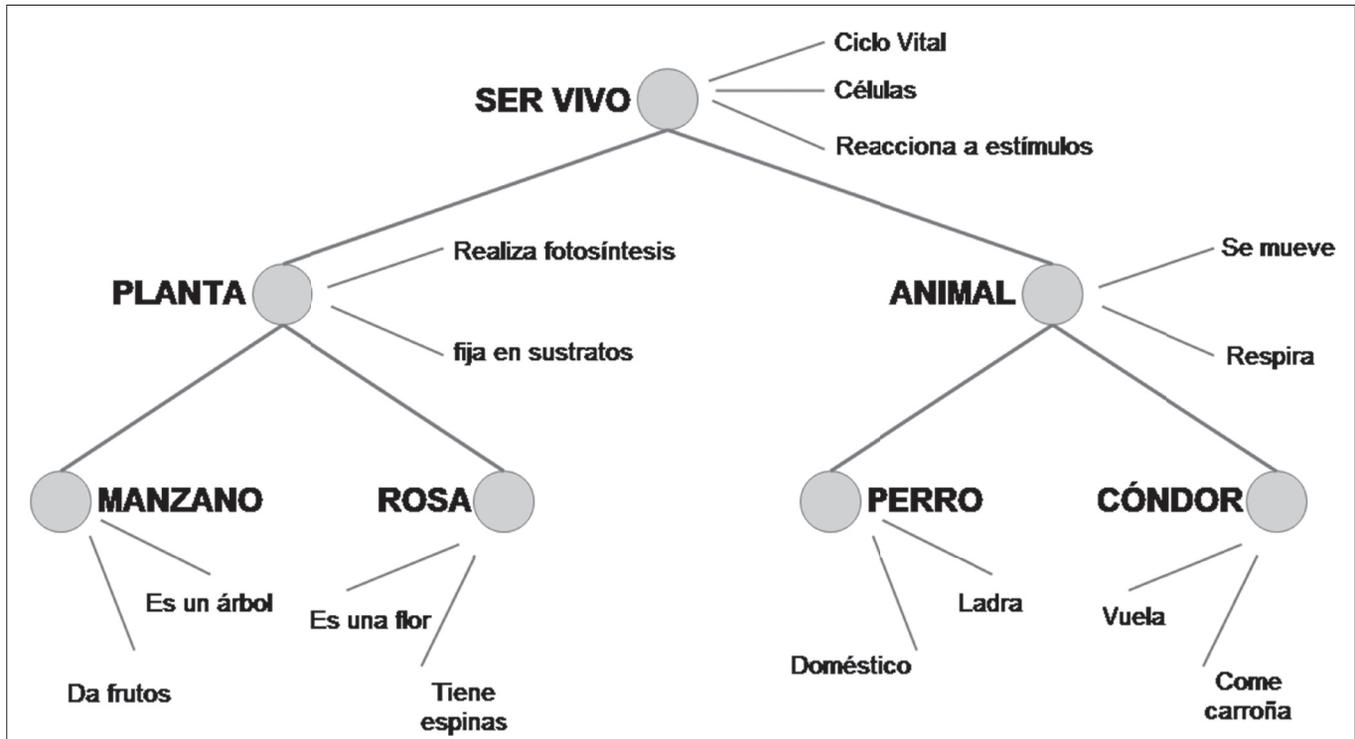


Figura 11. Modelo de red de la memoria basada en la propuesta de Ross Quillian.

Teoría del aprendizaje significativo

Fue desarrollada por David Ausubel (1976). Según esta teoría, el aprendizaje debe propender por el desarrollo de una relación sustancial entre la nueva información y la información previa, para que pase a formar parte de la estructura cognitiva del aprendiz. El aprendizaje significativo conduce al educando a la comprensión y significación de lo aprendido, ofreciendo posibilidades de usar el nuevo aprendizaje en distintas situaciones, tanto en la solución del problema como en el apoyo de futuros aprendizajes.

Para dar lugar a un aprendizaje significativo es necesario que existan tres condiciones fundamentales:

- El contenido de estudio debe ser muy importante. Debe favorecer su asimilación en concordancia con sus requerimientos.
- El estudiante debe poseer en su estructura cognitiva los conceptos a utilizarse. Solamente de esta manera podrá encontrar relaciones no arbitrarias con los nuevos conceptos.
- El educando debe manifestar una actitud positiva hacia el aprendizaje.

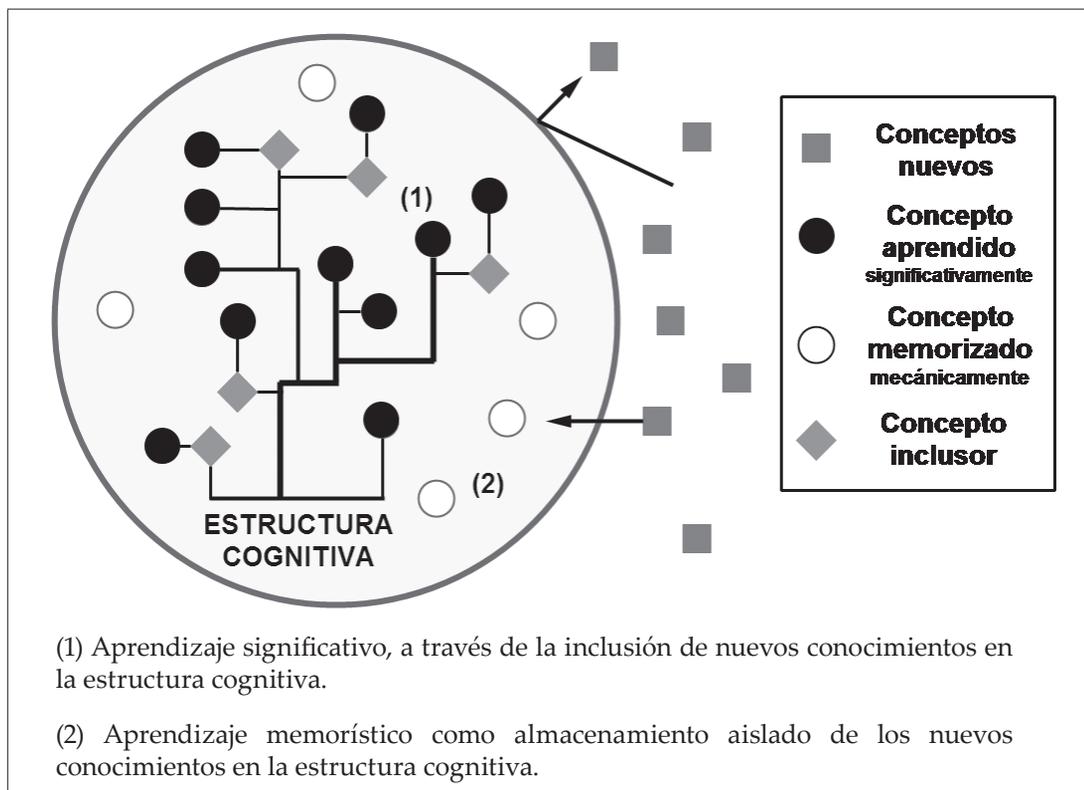


Figura 12. Diagrama que representa el aprendizaje significativo.

Fuente: Iraizoz y González (2003, p. 12).

Memoria asociativa humana

Un modelo más amplio y explicativo sobre el funcionamiento de la memoria y la cognición (conocer y pensar) fue desarrollado por Anderson y Bower (2014). Estos investigadores integran un marco teórico explicativo de todos los aspectos del pensamiento: codificación, almacenamiento y recuperación de la información. Por otra parte, toman en cuenta el conocimiento declarativo y el procedimental. Su modelo es conocido como ACT.

Según estos autores, la información almacenada en la memoria se representa como una red asociativa semántica formada por nodos conceptuales y contextuales, formando una red proposicional.

Dice Rodríguez (2010, p. 220): “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”.

Modelos más acabados que explican cómo el cerebro opera con la información, son los modelos conexionistas. Estos patrones integran a más del modelo de procesamiento secuencial, el procesamiento en paralelo; es decir un procesamiento en múltiples dimensiones al mismo tiempo (Rumelhart y Ortony, 1982).

De acuerdo con los planteamientos de la teoría del procesamiento de la información, se plantea el modelo de la memoria de dos almacenes: Memoria de Trabajo (MT) o Memoria de Corto Plazo (MCP), y la Memoria de Largo Plazo (MLP), la que a su vez fue subdividida en memoria episódica y memoria semántica. Esta última, la semántica, constituye un gran depósito de conocimientos y sus significados que son almacenados en forma de redes proposicionales (estructuras reticulares). Según Schunk (2012), la información en la MLP está representada en estructuras asociativas. Estas asociaciones son cognoscitivas, a diferencia de las planteadas por las teorías del condicionamiento que son de tipo conductual (estímulos y respuestas).

Teoría de los esquemas

Una de las teorías más fundamentadas de la forma cómo se representan los conocimientos mentalmente, se debe a los estudios realizados por varios investigadores norteamericanos. Entre ellos Rumelhart y Ortony (1982), detallan de forma lógica y diagramática, la forma como se procesa el conocimiento en la memoria a largo plazo. Esta evidencia puede revisarse en su artículo de psicología cognitiva: “La representación del conocimiento en la memoria”.

Rumelhart y Ortony (1982), refieren que la noción de esquema, entendida como estructuras de datos para representar los conceptos especificados como red de relaciones, aparece ya en la *Crítica de la Razón Pura* de Kant. De manera más reciente, reconocen el origen del término en los trabajos realizados por Bartlett en 1932. Contemporáneamente, ubican como antecedentes del término esquema (schema), las obras de Minsky, Bobrow y Norman, realizadas en 1975 sobre la base de los estudios de inteligencia artificial y la ciencia cognitiva. Asimismo, refieren que la difusión de los esquemas se ha extendido desde mediados de los 70's del siglo anterior.

De manera general, Rumelhart y Ortony (1982), describen cuatro características esenciales de los esquemas, a saber: variables, encaje, niveles de abstracción y la representación del conocimiento. En el siguiente apartado de su artículo, detallan las funciones de los esquemas: comprensión, recuerdos, inferencias y la estructura de las acciones. Continúa la exposición de los esquemas como herramientas cognitivas narrando los mecanismos para producir nuevos esquemas: especialización y generalización. Para finalizar, presentan los principios de procesamiento y las conclusiones.

En síntesis, esta teoría, que es la más aceptada hoy por hoy, con algunas modificaciones, enseñó que los conocimientos y los objetos del mundo del natural, son representados como esquemas en la memoria semántica de los seres humanos. Es decir, se comprende la realidad a través de la incorporación y modificación permanente de un conjunto de esquemas.

El modelo de kintsch

Estudios más actuales como los realizados por Kintsch en 1988 (citado por Neyra, 2009), sugieren

que los seres humanos representan el conocimiento a través de una red asociativa de nodos interconectados. A diferencia de lo expuesto por Ross Quillian en 1966, cada nodo no solo representa un concepto, sino más bien una proposición (frases que expresan ideas y pensamientos).

De alguna manera, Kintsch cuestiona la teoría de los esquemas:

En lugar de suponer que el conocimiento está organizado en esquemas, marcos o redes semánticas, asume un sistema de conocimiento mínimamente organizado que no ha sido almacenado previamente, sino que se genera en el momento en el que se necesita. (Neyra, 2009, p. 121).

Kintsch propone que, en la estructura cognitiva humana, los conocimientos son representados por un conjunto de proposiciones ordenadas en variados niveles de jerarquía (microestructura). Como resultado del conjunto de esquemas en los que se representan las proposiciones jerarquizadas surge la macroestructura o estructura del conocimiento.

En esta línea teórica y con relación al proceso de comprensión de un texto y su posterior representación, Iraizoz y González (2003, p. 14) expresan:

La comprensión es un proceso activo que no consiste sólo en detectar las ideas que contiene el discurso y establecer la coherencia local entre ellas, sino en extraer el significado global –identificable, en cierto modo, con que se denomina tema- que posee y que va más allá de la suma de ideas moleculares (*microestructura*) que lo constituyen. (p. 14).

Teoría de la doble codificación

Sadoski y Paivio (2004), en sus hallazgos experimentales, divulgados en el artículo científico: “Un modelo teórico de la doble codificación de la lectura”, indican que los seres humanos tienen la posibilidad para recordar el mundo y las abstracciones que se hacen de él, tanto como una representación lingüística de la palabra (pronunciación y significado) como de una representación mediante imágenes.

Plantean, además, que los procesos de conocimiento y pensamiento se generan por dos vías: verbales (ideas lógicas) y no verbales (formas e imágenes).

“Los objetos concretos –perro, árbol, libro- tienden a ser almacenados como imágenes, mientras que los conceptos abstractos –amor, verdad, honestidad- y las estructuras lingüísticas se almacenan en códigos verbales” (Schunk, 2012, p. 185).

Estudios más actuales verifican cómo las palabras que son fácilmente imaginables pueden recordarse mejor. Por ejemplo, en el aprendizaje de pares asociados, la palabra relacionada con su respectiva imagen es mejor almacenada en la memoria a largo plazo. Estos hallazgos relatados, avalan la construcción de los diagramas para la representación visual como los mapas mentales y los mandalas.

Las teorías de los varios cerebros

Paul MacLean (1990), sustentado en la teoría de la evolución, formula la hipótesis sobre el Cerebro Triuno, a inicios de los 70 del siglo anterior. Según este postulado, el cerebro humano se constituye por tres capas o subcerebros: cerebro básico o réptil instintivo, cerebro límbico o mamífero primitivo y cerebro neocorteza, constituido por dos hemisferios que funcionan de manera complementaria.

Por su lado, Sperry et al. (1969), en sus hallazgos que le hicieron merecedor a Roger Sperry al Nobel de Fisiología y Medicina en 1981, determinaron que la mayoría de personas se apoyan en las habilidades de su hemisferio izquierdo, mientras que pocas se valen de procesos propios del hemisferio derecho, de ahí que teorizó sobre los *Dos cerebros humanos*: izquierdo y derecho. Asoció con el cerebro izquierdo, los procesos lógicos, el manejo de símbolos y el sentido del tiempo. Al cerebro derecho, lo relacionó con el procesamiento de la información visual y espacial, el pensamiento global - asociativo y la creatividad.

Por último, en recientes investigaciones dirigidas por Ned Herrmann (1981) se habla de *Cuatro cerebros*: radical, innovador, administrativo y sentimental. Para su trabajo, este investigador se basó en los hallazgos de MacLean y Sperry. Según su idea, el cerebro se divide en cuatro cuadrantes con operaciones mentales distintas que resultan del entrecruzamiento de los hemisferios cerebrales izquierdo y derecho, así como de los cerebros: cortical y límbico.

5. Teorías modernas que explican cómo se procesa el conocimiento en el cerebro

La teoría de las redes relacionales

Fue propuesta por Sidney Lamb, con fundamento en la base neurolingüística del lenguaje. Explica cómo funciona el pensamiento y cómo los sistemas mentales humanos comprenden el mundo. Para este científico, los hallazgos anteriores han apoyado en el camino de comprensión de los fundamentos de la cognición, pero fueron, en algunos aspectos teóricos, todavía inexactos: “Un rasgo inevitable de este enfoque es que ciertos hallazgos de etapas anteriores que nos ayudan a alcanzar una comprensión más avanzada, se revelarán incorrectos en algunos de sus detalles” (Lamb, 2011, p. 38).

Al momento, el sistema lingüístico humano puede representarse como líneas y nodos (nexión) que forman una red de relaciones que se activan (transmisión de pulsos entre neuronas) en la interacción con el entorno. La información que se dispone consiste en conexiones entre neuronas y no en símbolos y conceptos que, existen en el mundo físico, pero no en el cerebro.

A diferencia de lo expuesto por Quillian con las redes semánticas, en esta teoría se expresa que, si bien el procesamiento de la información se manifiesta en forma de estructuras jerárquicas implementadas a nivel de la neocorteza cerebral, estas no contienen ni conceptos ni imágenes que puedan visualizarse internamente: “La mente no tiene lapicitos ni papelitos, ni tiza ni pizarrón, para escribir tales secuencias de símbolos; tampoco tiene ojos que puedan leerlas en el caso de que se escribieran” (Lamb, 2011, p. 124). Además, según este autor, el sistema neurocognitivo de una persona tampoco funciona de manera parecida a un computador.

En síntesis, esta teoría se expresa en las siguientes derivaciones (García, 2012, p. 252):

- El conocimiento lingüístico es eminentemente asociativo.
- Ciertos puntos del sistema procesan representaciones lingüísticas definidas, pero no poseen objetos simbólicos conmensurables.

- Una representación puede conocerse, o estar establecida en el sistema, en diferentes grados o niveles de conocimiento.
- Cuántas más veces se use una representación, más fácil será procesarla, o acceder a ella, en el futuro.
- La bidireccionalidad del sistema no debe malinterpretarse como bidireccionalidad del sustrato individual (a nivel neuronal) de cada representación.
- El aprendizaje de una representación en un subsistema de comprensión es independiente del aprendizaje de su representación en un subsistema de producción.
- El sistema es por demás vasto en términos de su potencial de procesamiento de representaciones, por lo tanto, el conocimiento lingüístico de un individuo normal difícilmente saturará la capacidad del sistema (hipótesis de la abundancia).

Semiótica de la representación gráfica

La semiótica es:

El estudio de los signos (o la teoría de los signos)... En sentido semiótico, los signos incluyen palabras, imágenes, sonidos, gestos y objetos... En todo caso, la semiótica representa a una gama de estudios en el arte, la literatura, la antropología y los medios masivos, más que una disciplina académica independiente. (Chandler, 1998, pp. 15-18).

Si lo que se busca es fundamentar la representación esquemática de los conocimientos, ¿por qué es necesario integrar un componente sobre el estudio de los signos? La respuesta se relaciona con el carácter ideológico de los signos. A través de ellos, se transmite formas de pensar, de hacer, de sentir y de actuar. La percepción y la representación visual constituyen procedimientos cognitivos y emocionales en los que intervienen factores socioculturales, fisiológicos y personales (Gómez, citado por Regalado, 2007).

Sobre todo, en el ámbito publicitario, el uso de logotipos, colores y eslóganes representan recursos propagandísticos de gran importancia. Con su uso se persuade a las personas en favor o en contra de

una postura ideológica, social, cultural, ambiental, económica o política. Según Regalado (2007, p. 98) las imágenes “no son productos “inocentes”, por el contrario, comúnmente poseen un sentido ideológico, al ofrecer un estilo de vida y una interpretación del mundo”.

6. Conclusiones

De la misma manera que el adelanto inventivo y científico actual es producto de las conquistas alcanzadas en el pasado, el ascenso de los organizadores gráficos como estrategias didácticas, no puede soslayar las elaboraciones ideativas y visuales de los antepasados. Hacerlo, conduciría a comprensiones parciales.

La representación visual puede mostrarse a través de una línea de tiempo. Tienen su origen en los diseños circulares místicos que acompañaron a los antepasados homínidos, continua con los arcanos jeroglíficos y las primeras formas de escritura con el uso de los pictogramas, pasa por el desarrollo de los bosquejos esquemáticos de la Grecia clásica, las llaves y cuadros sinópticos de la edad media y las múltiples formas creativas para la representación esquemática que se han desarrollado en la contemporaneidad.

Sobre la base de los estudios contemporáneos, se sustenta la base cognitiva del funcionamiento de las múltiples estructuras y procesos mentales del cerebro humano, a través del uso de palabras e imágenes, la innovación y la organización lógica y creativa. Por otra parte, los estudios de la neurolingüística moderna y la crítica semiótica del uso de los signos, proporcionan bases más sólidas y con sustento experimental.

Al final, es necesario que, como elaboradores activos de organizadores gráficos en los que se usan signos, se aprenda a valorar críticamente el uso de las imágenes, el color, los conceptos, para no transmitir de manera ingenua y disfrazada, mensajes que puedan fortalecer estereotipos discriminatorios: racistas, sexistas, consumistas, antiéticos, entre otros.

7. Conflicto de intereses

Los autores de este artículo declaran no tener ningún tipo de conflicto de intereses sobre el trabajo presentado.

Referencias

- Almeida, E. (2005). Petroglifos en la Amazonía. *Revista Ecuador Terra Incógnita*, (33). Recuperado de http://www.terraecuador.net/nucanchig/33_nucanchig_petroglifos_amazonia.htm
- Anderson, J. y Bower, G. (2014). *Human Associative Memory*. Washington, D.C.: Winston and Sons.
- Arteaga, C., Campos, G., y Bermúdez, R. (2006). *Ciencias sociales e investigación social*. México: Plaza y Valdés, S.A.
- Ausubel, D. (1976). *Psicología Educativa: Un punto de vista cognoscitivo*. México: Trillas, S.A.
- Bernal, J. (2007). *La ciencia en la historia*. La Habana: Editorial Científico Técnica.
- Barron, R. (1969). The use of vocabulary as an advance organizer. In Research in reading in the content areas: First year report. In: H. Herber & P. Sanders (Eds.), *Syracuse*. NY: Syracuse University, Reading and Language Arts Center. Recuperado de <http://files.eric.ed.gov/fulltext/ED037305.pdf#page=34>.
- Buzan, T. y Buzan, B. (1996). *El Libro de los Mapas Mentales*. Barcelona: Ediciones Urano, S.A.
- Chandler, D. (1998). *Semiótica para principiantes*. Quito: Abya-Yala.
- De Zubiría, M. y De Zubiría, J. (2011). *Biografía del pensamiento*. Bogotá: Magisterio Editorial.
- Dupré, B. (2010). *50 cosas que hay que saber sobre filosofía*. Barcelona: Planeta, S.A.
- Gaarder, J. (2012). *El mundo de Sofía* (2a. ed.). Buenos Aires: Siruela Grupal.
- García, A. (2012). La Teoría de Redes Relacionales: Correlatos neurológicos de un modelo lingüístico conexionista. *Revista Onomázein*, 26, 221-257.
- Hawking, S. (2010). *A hombros de gigantes. Las grandes obras de la física y la astronomía*. Barcelona: Crítica.
- Heimlich, J. y Pitelman, S. (2007). *Elaboración de mapas semánticos como estrategia de aprendizaje*. México: Editorial Trillas.
- Herrmann, N. (1981). El cerebro creativo. La formación y desarrollo diario. Recuperado de <http://es.scribd.com/doc/4742292/El-Cerebro-Triuno-de-Paul-McLean#scribd>.
- Hernández, F. (2011). *Mapas conceptuales: la gestión del conocimiento en la didáctica* (2a. ed.). México: Alfaomega Grupo Editor.
- Hernández, P. y García, L. (1997). *Enseñar a pensar: un reto para los profesores*. Madrid: Tafor Publicaciones.
- Iraizoz, N. y González, F. (2003). El mapa conceptual: un instrumento apropiado para comprender textos expositivos. Navarra: Castuera Ediciones. Recuperado de <http://www.aprendizajesignificativo.es/libreria-digital/>
- Ishikawa, K. (2007). *Introducción al control de calidad*. Madrid, España: Ediciones Díaz de Santos.
- Jung, C. y Wilhem, R. (1961). *El secreto de la flor de oro* (2a. ed.). Buenos Aires: Editorial Paidós.
- Kant, I. (2015). *Crítica de la razón pura*. (2a. ed.) La Habana: Editorial de Ciencias Sociales.
- Kuhn, T. (2004). *La estructura de las revoluciones científicas* (1ª. ed., 8ª. reimp). México: Fondo de Cultura Económica.
- Kellogg, R. (1979). *Análisis de la expresión plástica del preescolar*. Madrid: Kapelusz.
- Küstenmacher M. y Küstenmacher W. (2002). *Energía y fuerza a través de los mandalas*. Barcelona: Obelisco Ediciones.
- Lamb, S. (2011). *Senderos del cerebro. La base neurocognitiva del lenguaje*. Mar del Plata: EUDEM.
- Luria, A. (1984). *Conciencia y lenguaje* (2a. ed.) Madrid: Visor libros.
- MacLean, P. (1990). *The triune brain evolution / La evolución del cerebro triuno*. New York: Plenum Press.
- Montaner, J. (2008). *Del diagrama a las experiencias, hacia una arquitectura de la acción*. Barcelona: Editorial Gustavo Gili.
- Neyra, T. (2009). Representaciones mentales: discusión crítica del modelo de situación de Kintsch. *Revista Onomázein*, 19, 111-138.
- Novak J. y Gowin B. (1988). *Aprendiendo a Aprender*. Barcelona: Martínez Roca S.A.
- Ontoria, P., Gómez, J. y Molina, A. (2010). *Potenciar la capacidad de aprender y pensar: qué cambiar para aprender y cómo aprender para cambiar*. Madrid: Narcea Ediciones.
- Pardo, Á. (2012). *Configuración y usos de un mapa de procesos*. Madrid, ES: AENOR - Asociación Española de Normalización y Certificación.
- Popper, K. (1980). *La lógica de la investigación científica*. Madrid: Editorial Tecnos, S.A.

- Regalado, M. (2007). *Lectura de imágenes, elementos para la alfabetización visual*. Curso básico. México D.F., MX: Plaza y Valdés, S.A.
- Rodríguez, R. (2010). Herramientas informáticas para la representación del conocimiento. *Revista Subjetividad y Procesos Cognitivos*, 14(2), 217-232.
- Rossi, R. (2010a). *La revolución del alfabeto*. México: Correo del Maestro.
- _____. (2010b). *La cuna de la escritura*. México: Correo del Maestro.
- Rumelhart, D. y Ortony, A. (1982). La representación del conocimiento en la memoria. *Revista Infancia y Aprendizaje*, 19-20, 115-158. DOI: 10.1080/02103702.1982.10821949.
- Sadoski, M. y Paivio, A. (2004). A dual coding theoretical model of reading. En R. Ruddell y N. Unrau (Eds.), *Modelos y procesos de lectura teórica* (5ª ed.) 1329-1362. Asociación Internacional de Lectura.
- Sanz, E. (2014). Las pinturas rupestres de Europa están en España. *Revista Muy Historia*. Recuperado de <http://www.muyhistoria.es/prehistoria/articulo/las-pinturas-rupestres-mas-antiguas-de-europa-estan-en-espana>
- Schunk, D. (2012). *Teorías del aprendizaje. Una perspectiva educativa* (6ta. ed.). México: Pearson educación.
- Sperry, R., Gazzaniga, M., y Bogen, J. (1969). Interhemispheric relationships: The neocortical commissures, syndromes of hemisphere disconnection. *Handbook of Clinical Neurology*, 4, 273-290.
- Valarezo, G. (2015). *El sorprendente mundo norandino: la originalidad de nuestro ADN cultural*. Quito: Fundación Sinchi Sacha.