

Teorías de organización y procesamiento de la memoria semántica

Macarena Martínez Cuitiño*

Resumen

El objetivo de este artículo es hacer una revisión de los diferentes modelos y las principales teorías sobre la organización y el funcionamiento de la memoria semántica. Múltiples avances, en lo que respecta a la organización de conceptos concretos, se deben a los modelos que han sido postulados desde la Psicología Cognitiva y la Neuropsicología Cognitiva. Actualmente el debate sigue abierto a discusión y a la evidencia obtenida de los datos conductuales de desempeño en sujetos sanos y pacientes con lesiones cerebrales adquiridas, se les suma la información de las posibles áreas de procesamiento cerebral gracias al aporte de las nuevas técnicas de imagen. Existe cada vez un mayor consenso acerca de una organización en función de propiedades, rasgos o atributos semánticos. Asimismo, las áreas que sustentan la percepción y la acción se superpondrían con las áreas que representan conceptos. Aún resta identificar cuáles serían los principales atributos que organizan y sustentan los conceptos que nuestro pensamiento utiliza.

Palabras claves: Memoria Semántica - Teorías de Organización – Categorías – Propiedades – Atributos

Theories of organization and processing of Semantic Memory

Abstract

The aim of this paper is to review different models and the main theories that describe the way Semantic Memory is organized. With regard to the organization of concrete concepts it is possible to observe multiple progresses related with the models that have been postulated by Cognitive Psychology and Cognitive Neuropsychology. However the debate is still open to discussion because behavioral performance of healthy subjects and patients with acquired brain injury has brought evidences of its organization. Moreover, the new images techniques developed offer information about possible areas of the brain which are involved. Whenever there are more consensuses about a possible semantic organization in terms of properties, features or semantic attributes. Also, the neural areas that support perception and action would be overlapped with those areas that represent concepts. It remains to identify what would be the main attributes that organize and support the concepts that we used in our thinking.

Keywords: Semantic Memory - Organization Theories – Categories – Properties – Attributes

Introducción

La organización de los conceptos dentro de la memoria semántica (MS) constituye un tópico de interés desde múltiples disciplinas. Inicialmente la Psicología Cognitiva propuso los primeros modelos. Con posterioridad, la Neuropsicología Cognitiva planteó nuevas teorías. El objetivo de este trabajo es hacer una revisión a las teorías de organización de conceptos concretos postuladas desde las diferentes disciplinas.

Modelos de la Psicología Cognitiva

Hacia fines de la década del 60 se postularon los modelos de redes semánticas (Collins & Loftus, 1975; Collins & Quillian, 1969) que proponen que la MS se organiza en forma de red y dentro de ésta, cada concepto se representa mediante un nodo y sus vínculos mediante lazos. Con posterioridad, se propusieron los modelos de procesamiento distribuido en paralelo que suponen que la MS se organiza en términos de una red distribuida de rasgos y utilizan, como método primordial de contrastación de hipótesis, el desarrollo de redes

neuronales (Rogers & McClelland, 2004).

La MS es una especie de diccionario mental en que se organiza el conocimiento sobre el significado de las palabras (Tulving, Donaldson, & Bower, 1972). Quillian fue el primero en representar este sistema. En su modelo lo describió como una red de conocimiento en la que cada nodo representa un concepto. El significado de las palabras se deriva de una estructura jerárquica en la que los niveles de organización se extendían desde más generales (seres vivos y objetos inanimados) a más específicos (rosa y martillo), entre éstos hay niveles intermedios como “animal”, “pájaro”, etc. (Collins & Quillian, 1969). Así es posible identificar vínculos de inclusión (el nodo “animal” incluía a “pájaro” y éste a “gorrión”) y relaciones de atributos (“pájaro” tiene “alas”, tiene “pico”, “vuela”, etc.). Los nodos se activan y envían información hacia otros más cercanos por medio de un proceso de propagación de la activación, por el que la activación viaja de un nodo hacia otro. Los autores verificaron la “exactitud jerárquica” del modelo al observar que los tiempos necesarios para aceptar una afirmación como “El salmón es un animal” eran mayores que ante “El pez es un animal”, y

*Facultad de Psicología. Universidad de Buenos Aires. INECO. E-mail: mariamacarenamartinez@gmail.com

asumieron que esto se originaba en que en la primera oración se debía atravesar el nivel de pez para poder activar el nodo animal y el tiempo de respuesta era proporcional al mayor recorrido realizado.

Una de las principales críticas con las que se enfrentó el modelo radicó en que no podía justificar las diferencias de tiempo de procesamiento encontradas frente a dos oraciones en las que los nodos ubicados estaban en un mismo nivel. Una afirmación como “El perro es un mamífero” requería de menor tiempo de reacción que el insumido frente a “La ballena es un mamífero”.

Dentro de los modelos de Prototipos, fue Eleanor Rosch (1973) quien, oponiéndose a las ideas aristotélicas de que las categorías son clases homogéneas y discretas, postuló el concepto de prototipo. Los conceptos están formados por rasgos. Cuando estos aparecen en forma conjunta generan agrupamientos dando lugar a categorías. El prototipo es el mejor representante de todos los miembros de una categoría puesto que reúne los rasgos más frecuentes presentes en todos los ejemplares. Los miembros de la categoría que se parezcan más al prototipo serán los más típicos. Así por ejemplo, *manzana* será el ejemplar típico de la categoría FRUTAS, puesto que cumple con los rasgos más frecuentes.

Dentro de estos modelos los límites muy precisos o estáticos entre categorías se difuminan, puesto que los ejemplares menos típicos, es decir aquellos que comparten menos cantidad de características con el prototipo, pueden situarse en una zona compartida entre varias categorías (el “tomate” se ubica en el límite entre las categorías de *frutas* y *verduras*). Así, la idea de prototipo es una solución más económica que los listados de características, puesto que resume todos los rasgos que comparten los miembros de una misma categoría.

En este modelo el acceso a un nivel básico (por ejemplo, “perro”) sería más sencillo que a los niveles superordinados (por ejemplo “animal”) y subordinados (por ejemplo “cocker”). De esta forma Rosch, acota la estructura postulada por Quillian a tres niveles y confirma la importancia del nivel intermedio (nivel básico). Este nivel básico es el que se utilizaría con mayor frecuencia y el que contiene los conceptos fácilmente diferenciables entre sí, pero que son también lo suficientemente parecidos como para englobarse en un mismo nivel superordinado.

Warrington (1975) confirmó la idea de una organización jerárquica al estudiar tres pacientes con dificultades adquiridas que mostraban una pérdida de información en función de un gradiente semántico que va desde lo más específico a lo más general. Así la información se organizaría en tres niveles jerárquicos: *superordinados* (seres vivos y objetos inanimados), *categorías semánticas* (animales, frutas y herramientas) y *ejemplares individuales* (mono, durazno o destornillador). El acceso a la información ocurría desde el nivel más general al más específico. Sin embargo, esta posible organización jerárquica no está libre de aspectos críticos.

Por ejemplo, la inclusión de un ejemplar en una categoría semántica no es siempre clara (¿los tomates son frutas o verduras?), algunos elementos pueden ser clasificados en múltiples categorías conceptuales (un burro o un caballo podría ser incluido tanto en la categoría *animal* como en la de *transporte*) o son simplemente difíciles de clasificar (¿el semáforo a qué categoría pertenece?).

Un tiempo después se diseñó el Modelo de Comparación de Rasgos que supone que el significado de una palabra puede entenderse como el conjunto de rasgos definitorios y característicos (Smith, Shoben, & Rips, 1974). Los *definitorios* son esenciales para su descripción (por ejemplo, para el concepto *perro*, el atributo *ladra*) y los *característicos*, los que aparecen en la mayoría de los ejemplares pero que no son necesarios para una definición exacta (por ejemplo, el atributo *guardián*).

Modelos desde la Neuropsicología Cognitiva

Desde la investigación neuropsicológica, y a partir del estudio de pacientes con déficits semánticos de categoría específica (DSCE) se han elaborado diferentes teorías de la organización conceptual (Fuggetta, Rizzo, Pobric, Lavidor, & Walsh, 2009), puesto que la evidencia clínica constituye una herramienta esencial para comprender el procesamiento normal (Caramazza, 1984) y, por tanto, conocer cómo se organiza la MS tanto en el nivel conductual como cerebral (Cree & McRae, 2003; Martínez Cuitiño, 2007).

Es posible dividir las principales teorías neuropsicológicas en: a) reduccionistas (Caramazza, Hillis, Rapp, & Romani, 1990; Martin & Chao, 2001; Taylor, Moss, & Tyler, 2007; Tyler & Moss, 2001; Warrington & McCarthy, 1983; Warrington & Shallice, 1984) y, b) no-reduccionistas (Caramazza & Shelton, 1998; Mahon & Caramazza, 2009, 2011; Martin, 2007).

Las reduccionistas consideran que los conceptos son la suma de ciertos rasgos, atributos o propiedades. El concepto “caballo” es la suma de atributos perceptuales que refieren al aspecto físico (animal de cuatro patas), relacionados con su utilidad (transporte), abstractos (animal doméstico), etc. Dentro de estos enfoques, las alteraciones que presentan los pacientes se deben al compromiso de un tipo particular de atributos de los miembros de la categoría. En el procesamiento conceptual de los seres vivos (SV) las propiedades más distintivas son las sensorio-perceptivas (por ejemplo: el verde del pepino), mientras que para el de los objetos inanimados (OI) aquellos atributos que facilitarían su reconocimiento son los funcionales (por ejemplo: la sierra de la cuchilla) según lo han postulado Warrington y Shallice (1984). Según estas teorías los DSCE son secundarios al compromiso selectivo de ciertos atributos o propiedades. En función de esta hipótesis, la organización superordinada es en realidad una propiedad que emerge de una red de componentes distribuidos. Desde estas teorías, las categorías semánticas no tienen una representación conceptual independiente, sino que son producto de una suma de

representaciones individuales, las cuales comparten algunas características. La categoría semántica se relaciona directamente con la cantidad o proporción de características compartidas (Garrard, Ralph, Hodges, & Patterson, 2001).

En cambio, las teorías que sustentan una organización categorial son las conocidas como las teorías no-reduccionistas. Hasta la actualidad, se conoce la *Hipótesis de Dominio Específico* (Caramazza & Shelton, 1998) y su posterior revisión la *Hipótesis de Dominio Específico Distribuido* (Mahon & Caramazza, 2009, 2011). Su principal supuesto es que el conocimiento conceptual -e incluso nuestro cerebro- se organiza dentro de un pequeño número de categorías semánticas. Esto se fundamenta en los patrones conductuales observados en pacientes lesionados cerebrales puesto que los DSCE reportados hasta el momento se restringen a las categorías de animales, frutas y verduras y herramientas. Hasta hoy no se han reportado DSCE para las categorías de muebles, vestimentas o medios de transporte (Santos & Caramazza, 2002). Desde esta perspectiva sólo se comprometerán las categorías producto de la evolución (Santos & Caramazza, 2002).

Teorías reduccionistas

Teoría Sensorio-Funcional (TSF)

Uno de los primeros modelos fue la *TSF* (Warrington & McCarthy, 1983, 1987; Warrington & Shallice, 1984). Este modelo explica las alteraciones semánticas en función de una organización basada en propiedades y supone que los DSCE son una consecuencia directa de cómo se organizan las propiedades de los objetos. La teoría asume que el conocimiento conceptual está organizado de acuerdo con subsistemas semánticos de modalidad específica (Santos & Caramazza, 2002). Existiría un grupo de subsistemas de este tipo: el visual, que guarda información sobre las propiedades visuales como la forma, el color, etc. (por ejemplo, los perros tienen cola, las tazas tienen asa, etc.) y el asociativo/funcional que almacena información de la función del objeto, su ubicación en un contexto y otras propiedades no sensoriales (del tipo, las vacas dan leche, los tigres están en la selva, el caballo transporta, etc.).

Dos premisas son fundamentales dentro de esta teoría:

- a) Las propiedades sensoriales y funcionales tendrán una importancia diferencial para los miembros de los dominios de SV y OI. Los atributos sensoriales (específicamente los visuales) tendrán un rol primordial para el procesamiento de SV (las rayas del tigre, el naranja de la zanahoria, el amarillo del limón, etc.), mientras que las propiedades asociativo/funcionales serán fundamentales en el reconocimiento de OI (el filo del cuchillo, los dientes de la sierra, etc.) (Capitani,

Laiacón, Mahon, & Caramazza, 2003; Santos & Caramazza, 2002). Las características visuales permitirán discriminar entre distintos ejemplares pertenecientes al dominio de SV. Así, por ejemplo, las *manchas* del *leopardo* serán la propiedad fundamental en el momento de diferenciarlo de otros animales con características similares como los *tigres* o las *panteras*; en tanto que las representaciones conceptuales de los OI dependerán de propiedades no visuales, principalmente de atributos relacionados con su función (Moss, Tyler, & Jennings, 1997).

- b) Un daño selectivo para el procesamiento de SV resultará del compromiso del subsistema semántico visual y un déficit en el procesamiento de los OI se deberá a la alteración del subsistema semántico asociativo/funcional. A partir de lo anterior se desprende lo siguiente: la TSF asume que los DSCE emergen como resultado del daño en un tipo o modalidad de información (visual vs. asociativa/funcional), pero no por el compromiso de una categoría semántica *per se*. El desempeño adecuado con SV dependerá de la integridad de las propiedades visuales, mientras que con OI, de las propiedades asociativas/funcionales (Santos & Caramazza, 2002).

De lo anteriormente expuesto se desprenden dos predicciones: a) en los DSCE se deberán comprometer todas las categorías del dominio que se altere en forma homogénea, y b) los déficits semánticos son de modalidad específica, lo cual implica que los pacientes con déficits para el procesamiento de SV tendrán mayor dificultad con las propiedades visuales y aquellos con alteraciones para el dominio de OI presentarán mayores problemas con las funcionales.

Ambas predicciones fueron refutadas. En lo que respecta a la primera, las dificultades semánticas observadas en los pacientes no siempre se restringen a las categorías que comparten el peso de los atributos (Mahon & Caramazza, 2008). Así, el caso de un paciente reportado por Hart, Berndt y Caramazza (1985) presentó severas dificultades para la comprensión de *vegetales* con conservación de la categoría de *animales*. Caramazza y Shelton (1998) publicaron el caso de otro paciente que tenía problemas para procesar la categoría de *animales* pero conservaba las de *frutas y verduras*. Ambas categorías tienen un fuerte peso de las propiedades perceptivas.

Por otra parte, y contrariamente a la segunda predicción, los pacientes con DSCE no muestran necesariamente un compromiso para el procesamiento de un tipo particular de rasgos. El paciente EW, quien no podía denominar animales, presentaba una alteración similar para los atributos visuales y funcionales en dicha categoría (Caramazza & Shelton, 1998).

*La TSF no hace referencia alguna acerca de que los DSCE se deban al compromiso de ciertas regiones cerebrales específicas (Moss, Tyler y Jennings, 1997).

Los atributos visuales son fundamentales para el reconocimiento. El *color* es uno de los más importantes para poder reconocer si lo que estamos se trata de una *naranja* o un *limón*. También los atributos funcionales juegan un rol fundamental para el reconocimiento de las herramientas. Ahora bien, que el *color* sea fundamental para el reconocimiento de las frutas o que la *función* sea primordial para la identificación de las herramientas y, retomando uno de los principales interrogantes formulado por Caramazza y Shelton (1998), es importante indagar si necesariamente esto implica que el conocimiento conceptual se organiza por modalidad específica. Es claro que el conocimiento conceptual involucra más que el procesamiento de las características más salientes y que permiten una rápida categorización (Santos & Caramazza, 2002).

La formulación original de la TSF se basaba en una distinción entre el conocimiento visual/perceptual y el asociativo/funcional. Sin embargo, posteriormente, Warrington y McCarthy (1987) postularon que el *color* era un atributo fundamental para las categorías de frutas y verduras y no para el procesamiento de animales. Fue a partir de ese momento en que se identificó una relevancia diferencial del tipo de atributo (sensorial y funcional) para las diferentes categorías.

Teoría Sensorio-Motora (TSM)

La principal modificación a la TSF es la TSM (Martin, Ungerleider, & Haxby, 2000). Para esta teoría, al igual que para la TSF, la MS se distribuye en forma de representaciones específicas para cada modalidad de entrada, incluyendo los distintos canales sensoriales y la motricidad. El sistema semántico sería único, pero recogería información específica de cada una de estas modalidades. Esta propuesta retoma un concepto de la neurología clásica según el cual la representación conceptual involucra la información que se adquirió por medio de la experiencia directa al momento de recuperar las propiedades específicas de los objetos. Esta hipótesis se testeó al comparar en normales las áreas corticales que se activan en estudios de PET (tomografía por emisión de positrones) en el momento de percibir un objeto y cuando recuperaban ciertos atributos perceptuales (color, desplazamiento, etc.) desde la memoria. Es decir, cuando debemos recuperar el color de un concepto, se activan áreas cercanas pero diferentes a las que participan en la percepción de este atributo (Vidal-Abarca, Martínez, & Gilabert, 2000). En un trabajo posterior, Gallese y Lakoff (2005) plantearon la posibilidad de que las representaciones de las características senso-motoras activaran las mismas áreas usadas en la percepción y la motricidad, incluyendo también las áreas primarias motoras y sensoriales.

Así, los significados (por ejemplo, “gato” o “tenedor”) se representarán en nuestro cerebro en forma de redes neuronales distribuidas en las regiones que se activan cuando interactuamos con ellos. Al leer palabras que representan animales (por ejemplo “canario”) se activará información sobre la forma,

tamaño y color, cómo se mueven, los sonidos que producen, etc. Esto permite concluir que la información sobre los atributos y características específicas de cada objeto no se almacena en una única región cerebral, sino por el contrario en diferentes áreas corticales. Más aún, estas áreas no tienen una organización aleatoria, sino que la información se almacenará en las regiones que se activaron en el momento de adquirir los atributos.

Hipótesis de Contenido Unitario Organizado (OUCH)

Esta hipótesis, a diferencia de las anteriores, se basan en el principio de estructura correlacionada, según el cual se asume que la organización del conocimiento conceptual en el cerebro refleja la manera en que las propiedades de los objetos están relacionadas unas con otras en el mundo. La OUCH (Caramazza, 2000; Caramazza & Shelton, 1998) asume que habría un sistema unitario amodal. Se sustenta en dos características principales: a) las propiedades semánticas no se distribuyen en forma homogénea en las diferentes categorías sino que tienden a agruparse independientemente de su modalidad y, b) los miembros de una categoría comparten más propiedades entre sí que con los de otras categorías. Por ejemplo, casi todos los animales comparten formas particulares de desplazamiento, ubicaciones geográficas, ciertos sonidos característicos, etc. Una de las principales consecuencias de esto es que el espacio semántico que ocupan las propiedades no se distribuye en forma uniforme, sino que es concebido como un “conglomerado”: hay regiones más densamente ocupadas que otras. Las regiones más densas representan dominios conceptuales que se caracterizan porque las propiedades se encuentran más correlacionadas. Así, los SV comparten mayor cantidad de propiedades, aunque también hay algunos OI que pueden ubicarse en zonas de conglomeración. Una lesión cerebral en una región conglomerada resultará en un DSCE.

Una de las principales ventajas de esta teoría es que permite, a diferencia de la TSF, dar cuenta de distinciones más finas entre SV/OI, como por ejemplo, el compromiso selectivo de animales con conservación del conocimiento de frutas/verduras. Pero deja de lado la hipótesis de que los DSCE deban asociarse a la dificultad de un tipo de modalidad particular. Es decir, los DSCE no deben necesariamente asociarse con dificultades en el procesamiento de los atributos perceptuales o funcionales (Caramazza & Shelton, 1998; Santos & Caramazza, 2002).

Sin embargo, esta hipótesis también falla para explicar la evidencia neuropsicológica. Los pacientes con DSCE descritos hasta hoy, si bien presentan alteraciones específicas de algunas de las categorías incluidas en el dominio de SV, nunca presentan déficits restringidos dentro del dominio de OI a excepción de herramientas (Santos & Caramazza, 2002). Esta objeción fue formulada por su propio autor, Caramazza, quien —al postular la Hipótesis de Dominio Específico—,

dejó de lado la idea de una organización conceptual basada en atributos.

Hipótesis de Estructura Conceptual (HEC)

La HEC, al igual que la OUCH, fue propuesta para explicar los DSCE que no pueden ser esclarecidos por otras teorías (Moss, Tyler, & Taylor, 2007). Supone que las representaciones conceptuales son esenciales para expresar y entender la información sobre el mundo y son componenciales, es decir están conformadas por pequeños elementos que contienen significado (propiedades, características o atributos). La estructura interna del concepto permitirá entender su compromiso luego de una lesión cerebral. Las variables que determinan la estructura interna son las siguientes: a) el número de rasgos, b) la distintividad de los rasgos, c) el grado de correlación entre ellos y, d) las interacciones de estas variables con el tipo de rasgo. Así un concepto específico puede ser definido a partir de la cantidad de rasgos que lo componen, si estos son distintivos o compartidos, el grado de correlación entre éstos (es decir, el grado en que los rasgos se presentan asociados), así como el tipo de información que contienen (sensorial o motora) y si son salientes o no (si son centrales o periféricas para el concepto). La estructura interna diferirá en ambos dominios semánticos.

Los SV (principalmente los animales) tienen más propiedades que los OI y la mayoría de las características son compartidas por casi todos los miembros (todos los mamíferos respiran, se mueven, tienen ojos, pueden ver, etc.). Asimismo estas características frecuentemente co-ocurren y, por lo tanto, se encuentran fuertemente correlacionadas. Al igual que otras teorías, la HEC propone que cuando las características están fuertemente correlacionadas (si tiene ojos, puede ver) la activación mutua las fortalece frente al daño. Por otra parte, los SV tienen más propiedades distintivas que permiten diferenciar a un miembro de la categoría del resto (tiene manchas o tiene rayas), pero estas propiedades están débilmente correlacionadas y son más vulnerables al daño cerebral. Los OI, en cambio, tienen menos propiedades en general, la mayoría son distintivas y sólo unas pocas son compartidas por todos los miembros de la categoría. Otra diferencia es que las distintivas suelen estar más altamente correlacionadas que las compartidas. Estas divergencias en las estructuras conceptuales de SV y OI generarán que ante un daño cerebral se afecten las propiedades distintivas de SV (las que están menos correlacionadas) y se evidencie el típico patrón de déficits semántico específico en el que se comprometen los SV (Moss, et al., 2007).

Esta teoría predice un patrón de alteración en los pacientes con dificultades adquiridas. Tendrán problemas con las propiedades distintivas de los SV debido a que se encuentran débilmente correlacionadas, esto dificultará el desempeño de los pacientes cuando la tarea requiera de la discriminación

entre ejemplares. No obstante, no explica el mecanismo por el que la correlación de rasgos generaría una mayor resistencia frente al daño (Rogers & McClelland, 2004).

Teoría de las Zonas de Convergencia (TZC)

La TZC (Damasio, 1989) se fundamenta en áreas de procesamiento cerebral. Al percibir a través de los sentidos (vemos un perro, por ejemplo) se activan detectores de rasgos (*mapas de rasgos*) en las áreas sensorio-motoras. Según sea el caso, los detectores procesarán información acerca de la forma, el color, el desplazamiento, su textura, los sonidos que produce, etc., creando patrones de activación neuronal específicos. Estos se corresponden con las representaciones de dicha entidad en las diferentes modalidades de procesamiento de la información (pequeño, con cuatro patas, con cola corta, con orejas largas, de color marrón, con ladrillo agudo, etc.). Incluso se crean mapas de rasgos de los estados introspectivos (motivaciones y emocionales) puesto que la amígdala también participa de los patrones de rasgos que se activan. Así, cada vez que percibimos cierta información se activa un patrón de rasgos concreto dentro de cada modalidad sensorial específica y las *neuronas conjuntivas* situadas en las áreas de asociación se encargan de codificarlos (esto es, enlazarlos, unirlos o asociarlos) para su uso posterior. Estas áreas secundarias son las llamadas "*zonas de convergencia*" que se organizan dentro de una estructura jerárquica desde regiones posteriores de modalidad específica hacia regiones anteriores, frontales y temporales, que son trans-modales ("*zonas de convergencia superiores*"). Así, cada vez que recordemos o activemos ese significado, las neuronas conjuntivas que se activaron al momento de percibir algo lo volverán a hacer.

La TZC se fundamenta en representaciones distribuidas, puesto que la representación de un concepto se distribuye en áreas que sirven a una gran variedad de procesos (Simmons & Barsalou, 2003).

Teoría de la Topografía Conceptual (TTC)

En la TTC (Simmons & Barsalou, 2003) sus autores agregan dos principios a la TZC. El *principio de similitud topográfica*, propone que cuanto más similares sean entre sí dos patrones de rasgos, más cercanos se ubicarán en las neuronas conjuntivas en las regiones asociativas y, por lo tanto, más próximos en las zonas de convergencia. Este principio se relaciona con la OUCH, que proponía que el espacio semántico era un "conglomerado". La TTC reproduce los conglomerados en la topografía espacial de las zonas de convergencia.

El otro principio es el de *dispersión variable* según el cual las neuronas que representan información similar de miembros de la misma categoría (por ejemplo, aves) se ubicarán más próximas unas de otras, pero muy distantes de las que procesan información

relacionada con las herramientas u otras categorías no relacionadas. Así, agrega la idea de distintividad dentro del espacio neural: aquellos conceptos que compartan más características (SV) se representarán en zonas de convergencia más próximas (en función del principio de similitud topográfica), en tanto que los conceptos con pocas propiedades compartidas se representarán con neuronas más dispersas dentro de las zonas de convergencia. La proximidad espacial de dos neuronas en una zona de convergencia refleja la similitud de los rasgos que comparten los conceptos. Según este modelo, las neuronas que procesan información de una categoría están dispersas en conjuntos, con agrupamientos categoriales intermedios. De modo que un agrupamiento dado puede contener neuronas utilizadas por más de una única categoría. Los grupos de neuronas que representan una categoría se acercarán a medida que la similitud intercategoría aumente. En la medida en que el grupo de una categoría está localizado cercanamente es más fácil que se altere esa categoría como producto de una lesión.

Es interesante hacer la salvedad de que los autores consideran que la información léxica se distribuye a lo largo de los mismos sistemas cerebrales que el sistema conceptual. La diferencia principal es que el léxico está presente principalmente en el hemisferio izquierdo, mientras que el sistema conceptual es bilateral. Hay zonas de convergencia transmodales que integran neuronas para las palabras y otras neuronas para los conceptos (Simmons & Barsalou, 2003).

Las afirmaciones centrales de esta teoría fueron corroboradas a través de estudios de resonancia magnética funcional (Moss et al., 2005; Tyler et al., 2004). Un grupo de sujetos sanos participaron en dos tareas de denominación de dibujos con los mismos estímulos. En una se les solicitaba que, en forma silente, activaran el dominio semántico (por ejemplo, animales o herramientas) al que pertenecían los dibujos. En la otra tarea, en cambio, debían recuperar en forma silente el nombre del concepto representado por el dibujo (por ejemplo, conejo o martillo). Los autores consideraron que en la tarea en la que debían activar al nombre del dominio los participantes requerirían de un conjunto de características visuales relativamente simples (por ejemplo, bastaría con la silueta) mediadas por las regiones más posteriores de la vía visual del procesamiento de objeto para poder realizar una diferenciación entre SV y OI. En tanto que en la tarea en la que solicitaron los nombres específicos de los ejemplares requeriría conjunciones de características visuales relativamente más complejas que están mediadas por las regiones más anteriores del procesamiento visual y que permitirán diferenciar entre objetos que son muy similares visualmente (por ejemplo una pantera de un leopardo). Los resultados obtenidos confirmaron las predicciones al dar cuenta de una activación ventral temporo-occipital posterior al recuperar el dominio semántico y de las regiones antero-mediales del lóbulo temporal frente a la denominación del ejemplar (Tyler, et al., 2004). La

activación de las regiones antero-mediales del lóbulo temporal podría explicarse si se tiene en cuenta que los SV se caracterizan por un mayor número de propiedades compartidas correlacionadas y una menor proporción de distintivas y no correlacionadas y que los OI, en cambio, se caracterizan por una mayor cantidad de distintivas correlacionadas y menos compartidas no correlacionadas. Así en el reconocimiento de un ejemplar específico del dominio de SV se observa una mayor activación de las regiones anteriores del lóbulo temporal que frente a los OI. Esta diferencia de cuenta de que el procesamiento de los SV es más complejo y demandante y requiere del procesamiento de conjuntos de características visuales que las que se necesitan cuando únicamente se debe indicar el dominio al que pertenecen.

Teoría de Centro Semántico Distribuido (TCSD)

Esta teoría surge del estudio de los pacientes con demencia semántica. La demencia semántica se caracteriza por una alteración progresiva de la memoria semántica. A nivel cerebral, a medida que la enfermedad avanza se observa el compromiso de las porciones anteriores del lóbulo temporal en forma bilateral, aunque se inicia por el hemisferio izquierdo.

La *TCSD* (Patterson, Nestor, & Rogers, 2007) también se fundamenta en la *TZC* (Damasio, 1989). Su principal diferencia es que plantea que un único centro semántico amodal (el lóbulo temporal anterior) se ocupa de la activación interactiva de las representaciones en todas las modalidades para todas las categorías semánticas. Puesto que la principal función de la MS es generalizar entre conceptos que tienen significados similares pero que difieren en sus atributos, este centro ubicado en las regiones anteriores del lóbulo temporal anterior, será el encargado de procesar todos los atributos con un mismo conjunto de neuronas y sinapsis. Fue Wittgenstein quien notó que las representaciones semánticas no son sólo una simple combinación de características verbales y no-verbales, sino que deben permitir establecer semejanzas y diferencias entre conceptos (Lambon Ralph, Sage, Jones, & Mayberry, 2010; Patterson, et al., 2007).

La asociación de la información que realiza esta zona será independiente de la tarea que se administre (Patterson, et al., 2007). La evidencia fundamental a favor de esta teoría se recoge de los estudios de activación funcional de áreas cerebrales en sujetos sanos, la evidencia neuropsicológica y a partir de los modelos computarizados de organización de la MS (Lambon Ralph, et al., 2010; Patterson, et al., 2007). Las neuroimágenes permiten observar la activación de múltiples regiones de asociación cuando los sujetos procesan información conceptual (Martin, 2007; Pulvermüller, 2005). Esta información que se activa en diferentes áreas (multimodal) debe ser reorganizada en forma coherente para permitir la elaboración de representaciones semánticas generalizables. Esto se ilustra en la figura que se presenta a continuación. En

ella se muestran relaciones complejas entre atributos y conceptos que son similares, pero que, a partir de ciertos rasgos, difieren entre sí. Si bien todos estos elementos son semejantes desde sus atributos perceptuales, se distinguen por su función a partir de otros rasgos (fragilidad, material, etc.)

La estructural neural compatible con este centro semántico único es la porción anterior del lóbulo temporal puesto que su activación no se relaciona con ninguna modalidad de procesamiento perceptual o motora y, asimismo, porque se conecta con muchas otras regiones del cerebro (lóbulo temporal, parietal y frontal), permitiendo que información de diferentes modalidades converjan en una misma región (Lambon Ralph, et al., 2010). Así, las representaciones semánticas son representaciones distribuidas que codifican semejanzas semánticas entre diferentes ítems y cumplen con una función de generalización de la información almacenada hacia nuevos ejemplares.

Teorías no reduccionistas

Hipótesis de Dominio Específico (HDE)

La HDE (Caramazza & Shelton, 1998) postula que el sistema conceptual se organiza en dominios semánticos. Las categorías que han sido más salientes durante y necesarias para el desarrollo de nuestra especie pueden alterarse selectivamente. Estos dominios son producto de la selección natural, ya que fueron fundamentales para la supervivencia como, por ejemplo, hallar comida y evitar el encuentro con otros animales peligrosos. Dentro del dominio de SV se incluye tanto la comida (vegetales y animales), la medicina (vegetales) como los posibles predadores (animales peligrosos para el hombre). Los OI representan la ayuda necesaria para conseguir la comida (herramientas). Las presiones evolutivas condujeron a la generación de sistemas cerebrales especializados en la representación de determinadas categorías.

Inicialmente se consideró que, las posibles categorías innatas eran los animales, las frutas-vegetales y las herramientas. A diferencia de las dos primeras categorías que parecen ser filogenéticamente más antiguas, la última adquirió un papel más relevante en forma tardía. Es por esto que muchas veces se la plantea como una categoría residual donde se ubica a todo lo que queda fuera de seres vivos y comida (Martínez Cuitiño, 2007). Durante los últimos años se incluyó también el procesamiento de congéneres, es decir, categoría que posibilita el reconocimiento de personas (Caramazza & Mahon, 2006).

Se identificaron casos de pacientes con dificultades para las categorías de: a) animales, vegetales (frutas y verduras) y plantas; b) congéneres o reconocimiento de los miembros de su misma especie y c) herramientas. Sólo estas categorías se alterarán luego de una lesión cerebral puesto que se procesan en áreas neurales altamente especializadas, según esta hipótesis, que se disocian en función de los diferentes dominios

semánticos (Mahon & Caramazza, 2009, 2011; Santos & Caramazza, 2002).

Las principales predicciones de ésta teoría son tres. La primera supone que no se observará necesariamente una asociación entre el déficit de una única modalidad (por ejemplo, visual) y una categoría semántica (por ejemplo, animales). El procesamiento conceptual no puede reducirse al procesamiento sensorio-motor o de modalidad específica. De esta manera es posible explicar los pacientes publicados en los que el procesamiento de ambos atributos se encuentra comprometido en la misma proporción (Mahon & Caramazza, 2003). Una segunda predicción supone que debería observarse escasa o nula recuperación de las categorías afectadas en función de su origen genético. Farah y Rabinowitz (2003) reportaron el caso del paciente, Adam, quien sufrió un infarto bilateral de la arteria cerebral posterior al día de nacido. Al evaluarlo a los 16 años, sus dificultades se hacían evidentes ante la denominación de dibujos de SV, afectando en igual medida el procesamiento de los dos tipos de los atributos (Farah & Rabinowitz, 2003; Mahon & Caramazza, 2003, 2011). La tercera y última de las predicciones es que las etapas pre-semánticas, previas al procesamiento semántico *per se*, también incluirían una diferencia entre SV y OI innata. Es decir, por ejemplo en la modalidad visual el sistema de representación estructural se organizará por dominio (Mahon & Caramazza, 2011). La evidencia más consistente es el caso Michelangelo, quien tenía una severa dificultad para el procesamiento de SV en la vida cotidiana. Su desempeño en una tarea de decisión de objetos con dibujos de pseudo-objetos (por ejemplo un híbrido cuerpo de jirafa, cabeza de león) era malo, no obstante no tenía problemas con los pseudo-dibujos de OI (Mahon & Caramazza, 2003).

Una de las principales críticas que ha recibido esta teoría es que sólo podría explicar los DSCE producto de lesiones focales en los que se compromete una región cerebral y generan una dificultad selectiva. No alcanza para explicar los DSCE producto de lesiones difusas (como en la EA o en la encefalitis por virus herpes).

Hipótesis de Dominio Específico Distribuido (HDED)

La HDED (Mahon & Caramazza, 2009, 2011) es una revisión a la teoría previamente descripta. Agrega a la anterior un procesamiento jerárquico e incluye las propiedades sensorio-motoras. Según esta teoría, la especificidad del dominio emerge a causa de una conectividad innata entre las regiones cerebrales que participan en el procesamiento conceptual (Mahon & Caramazza, 2011). Nuestro cerebro analiza información sensorial, motora, afectiva y conceptual. La especificidad es una propiedad tanto de las vías de ingreso y de las áreas primarias (sensoriales y motoras). Por otra parte, y en el otro extremo del procesamiento, es posible identificar los aspectos complejos de la cognición humana. Entre ambos se encuentran las

representaciones conceptuales que se basan y guían en los sistemas senso-motores pero que requieren de la flexibilidad que caracteriza a las representaciones simbólicas (Mahon & Caramazza, 2008). El concepto de innato dentro de esta teoría no significa “presente desde el nacimiento” sino que da cuenta de que ciertas regiones cerebrales se expresan (similares en su función a partir de la información genética) a partir del contacto con el mundo (Mahon & Caramazza, 2011). Dentro de cada dominio habrá áreas de especialización de acuerdo a las modalidades de conocimiento. Así por ejemplo, al estudiar la activación de regiones visuales cerebrales con resonancia magnética funcional, se identifican áreas que responden selectivamente ante caras, animales, herramientas, lugares, palabras escritas y partes del cuerpo (Grill-Spector & Malach, 2004; Pitcher, Charles, Devlin, Walsh, & Duchaine, 2009).

Conclusión

A lo largo de este artículo se presentaron las diferentes teorías que intentan dar cuenta de la organización y procesamiento de la información conceptual y que han sido postuladas desde la Psicología Cognitiva y la Neuropsicología Cognitiva.

El debate aún hoy en día se centra en una posible organización conceptual en función de propiedades o categorías semántica. Y aunque si bien el debate aún sigue abierto, la mayor parte de las teorías supone una organización en función de atributos, propiedades o rasgos. La mayoría de los modelos actuales consideran que conceptos tienen una estructura interna (Vivas & García García, 2010). Incluso la TDED agrega la importancia de las propiedades sensorio-motoras a una

organización categorial. Esto es, existe bastante consenso en que la información categorial se representa en forma de atributos o propiedades y que, las áreas cerebrales que sustentan la percepción y la acción se superponen con las áreas conceptuales. Varios de los modelos propuestos postulan la existencia del conocimiento que tenemos acerca de la organización del mundo depende de la interacción de contenido conceptual simbólico o abstracto con sistemas de entrada y/o salida (sensoriales y/o motores). Asimismo, la evidencia parece indicar que las áreas involucradas no sólo serán las sensoriales y motoras sino que también serán fundamentales en la organización conceptual las áreas emocionales.

Es importante destacar que algunos de estos modelos que se han postulado son meramente teóricos y no buscan identificar áreas de procesamiento neural sino dar cuenta, a partir del procesamiento de sujetos sin lesiones cerebrales o de pacientes con déficits adquiridos, de la forma de organización de la MS. Otros, en cambio, también incluyen las áreas cerebrales que almacenarían y procesarían la información semántica.

No obstante, y a pesar de la vasta investigación, aún resta identificar cuál es la teoría que mejor explica, no sólo el procesamiento observado en el desempeño de los pacientes con diferentes lesiones cerebrales adquiridas (Enfermedad de Alzheimer, Demencia semántica, etc.), sino también el procesamiento que se evidencia a partir de los datos conductuales obtenidos de los sujetos sanos (Collins & Loftus, 1975). Muchas son las teorías propuestas pero aún resta conciliar los datos obtenidos a partir de estudios de imágenes en sujetos sanos con la evidencia de áreas lesionales en pacientes con DSCE.

Referencias

- Capitani, E., Laiacona, M., Mahon, B. Z., & Caramazza, A. (2003). What are the facts of semantic category-specific deficits? A critical review of the clinical evidence. *Cognitive Neuropsychology*, *20*, 213-261. doi: <http://dx.doi.org/10.1080/02643290244000266>
- Caramazza, A. (1984). The logic of neuropsychological research and the problem of patient classification in aphasia. *Brain and Language*, *21*, 9-20. doi: [http://dx.doi.org/10.1016/0093-934X\(84\)90032-4](http://dx.doi.org/10.1016/0093-934X(84)90032-4)
- Caramazza, A. (2000). The organization of conceptual knowledge in the brain. In M. S. Gazzaniga (Ed.), *The New Cognitive Neurosciences* (pp. 1037-1046). Cambridge, MA: MIT Press.
- Caramazza, A., Hillis, A., Rapp, B., & Romani, C. (1990). The multiple semantics hypothesis: multiple confusions? *Cognitive Neuropsychology*, *7*, 161-189. doi: <http://dx.doi.org/10.1080/02643299008253441>
- Caramazza, A., & Mahon, B. Z. (2006). The organisation of conceptual knowledge in the brain: the future's past and some future directions. *Cognitive Neuropsychology*, *23*, 13-38
- Caramazza, A., & Shelton, J. R. (1998). Domain-specific knowledge systems in the brain: The animate-inanimate distinction *Journal of Cognitive Neuroscience*, *10*, 1-34. doi: <http://dx.doi.org/10.1162/089892998563752>
- Collins, A., & Loftus, E. F. (1975). A spreading-activation theory of semantic processing. *Psychological Review*, *82*, 407-428. doi: <http://dx.doi.org/10.1037//0033-295X.82.6.407>
- Collins, A., & Quillian, R. (1969). Retrieval time from semantic memory. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, *8*, 240-247. doi: [http://dx.doi.org/10.1016/S0022-5371\(69\)80069-1](http://dx.doi.org/10.1016/S0022-5371(69)80069-1)
- Cree, G. S., & McRae, K. (2003). Analyzing the factors underlying the structure and computation of the meaning of chipmunk, cherry, chisel, cheese and cello (and many other such concrete nouns). *Journal of Experimental Psychology: General*, *132*(2), 163-201.
- Damasio, A. R. (1989). The brain binds entities and events by multiregional activation from convergence zones. *Neural Computation*, *1*, 123-132. doi: <http://dx.doi.org/10.1162/neco.1989.1.1.123>

- Farah, M. J., & Rabinowitz, C. (2003). Genetic and environmental influences on the organization of semantic memory in the brain: Is "living things" an innate category? *Cognitive Neuropsychology*, *20*, 401-408.
- Fuggetta, G., Rizzo, S., Pobric, G., Lavidor, M., & Walsh, V. (2009). Functional Representation of Living and Nonliving Domains across the Cerebral Hemispheres: A Combined Event-related Potential/Transcranial Magnetic Stimulation Study. *Journal of Cognitive Neuroscience*, *21*, 403-414. doi: <http://dx.doi.org/10.1162/jocn.2008.21030>
- Gallese, V., & Lakoff, G. (2005). The brain's concepts: the role of the sensory motor system in reason and language. *Cognitive Neuropsychology*, *22*, 455-479
- Garrard, P., Ralph, M. A., Hodges, J. R., & Patterson, K. (2001). Prototypicality, distinctiveness, and intercorrelation: Analyses of the semantic attributes of living and nonliving concepts. *Cognitive Neuropsychology*, *18*(2), 125-174. doi: <http://dx.doi.org/10.1080/02643290125857>
- Grill-Spector, K., & Malach, R. (2004). The human visual cortex. *Annual Reviews Neuroscience*, *27*, 649-677. doi: <http://dx.doi.org/10.1146/annurev.neuro.27.070203.144220>
- Hart, J., Berndt, R. S., & Caramazza, A. (1985). Category-specific naming deficit following cerebral infarction. *Nature*, *316*, 439-440. doi: <http://dx.doi.org/10.1038/316439a0>
- Lambon Ralph, M. A., Sage, K., Jones, R. W., & Mayberry, E. J. (2010). Coherent concepts are computed in the anterior temporal lobes. *Proc Natl Acad Sci U S A*, *107*(6), 2717-2722. doi: <http://dx.doi.org/10.1073/pnas.0907307107>
- Mahon, B. Z., & Caramazza, A. (2003). Constraining questions about the organization and representation of conceptual knowledge. *Cognitive Neuropsychology*, *20*, 433-450.
- Mahon, B. Z., & Caramazza, A. (2008). A critical look at the Embodied Cognition Hypothesis and a new proposal for grounding conceptual content. *Journal of Physiology - Paris*, *102*, 59-70 doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jphysparis.2008.03.004>
- Mahon, B. Z., & Caramazza, A. (2009). Concepts and categories: A cognitive neuropsychological perspective. *Annual Review of Psychology*, *60*, 27-51. doi: <http://dx.doi.org/10.1146/annurev.psych.60.110707.163532>
- Mahon, B. Z., & Caramazza, A. (2011). What drives the organization of object knowledge in the brain? *Trends in Cognitive Sciences*, *15*(3), 97-103. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.tics.2011.01.004>
- Martin, A. (2007). The representation of object concepts in the brain. *Annual Review of Psychology*, *58*, 25-45. doi: <http://dx.doi.org/10.1146/annurev.psych.57.102904.190143>
- Martin, A., & Chao, L. L. (2001). Semantic memory and the brain: structure and processes. *Current opinion in Neurobiology*, *11*, 194-201 doi: [http://dx.doi.org/10.1016/S0959-4388\(00\)00196-3](http://dx.doi.org/10.1016/S0959-4388(00)00196-3)
- Martin, A., Ungerleider, L. G., & Haxby, J. V. (2000). Category specificity and the brain: the sensory/motor model of semantic representations of objects. In M. S. Gazzaniga (Ed.), *Higher Cognitive Functions: The New Cognitive Neurosciences*. (pp. 1023-1236). Cambridge, MA: MIT Press.
- Martínez Cuitiño, M. (2007). Teorías del conocimiento conceptual. *Revista Argentina de Neuropsicología*, *9*, 33-49.
- Moss, H. E., Abdallah, S., Fletcher, P., Bright, P., Pilgrim, L., Acres, K., & Tyler, L. K. (2005). Selecting among competing alternatives: selection and retrieval in the left inferior frontal gyrus. *Cerebral Cortex*, *15*(11), 1723-1735 doi: <http://dx.doi.org/10.1093/cercor/bhi049>
- Moss, H. E., Tyler, L. K., & Jennings, F. (1997). When leopards lose their spots: Knowledge of visual properties in category-specific deficits for living things. *Cognitive Neuropsychology*, *14*, 901-950. doi: <http://dx.doi.org/10.1080/026432997381394>
- Moss, H. E., Tyler, L. K., & Taylor, K. I. (2007). Conceptual structure. In G. Gaskell (Ed.), *Oxford Handbook of Psycholinguistics*. Oxford, UK: Oxford University Press.
- Patterson, K., Nestor, P. J., & Rogers, T. T. (2007). Where do you know what you know? The representation of semantic knowledge in the human brain. *Nature Reviews Neuroscience*, *8*(12), 976-987. doi: <http://dx.doi.org/10.1038/nrn2277>
- Pitcher, D., Charles, L., Devlin, J., Walsh, V., & Duchaine, B. (2009). Triple dissociation between faces, bodies, and objects in extrastriate cortex. *Current Biology*, *19*, 319-324.
- Pulvermüller, F. (2005). Brain mechanisms linking language and action. *Nature Reviews Neuroscience*, *6*, 576-582. doi: <http://dx.doi.org/10.1038/nrn1706>
- Rogers, T. T., & McClelland, J. L. (2004). *Semantic Cognition: A Parallel Distributed Processing Approach*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Rosch, E. H. (1973). Natural categories. *Cognitive Psychology*, *4*, 328-350. doi: [http://dx.doi.org/10.1016/0010-0285\(73\)90017-0](http://dx.doi.org/10.1016/0010-0285(73)90017-0)
- Santos, L. R., & Caramazza, A. (2002). The domain-specific hypothesis: A developmental and comparative perspective on category-specific deficits. In E. M. E. Forde & G. W. Humphreys (Eds.), *Category-specificity in brain and mind*. East Sussex: Psychology Press
- Simmons, W. K., & Barsalou, L. W. (2003). The similarity-in-topography principle: reconciling theories of conceptual deficits. *Cognitive Neuropsychology*, *20*, 451-486. doi: <http://dx.doi.org/10.1080/02643290342000032>
- Smith, E. E., Shoben, E. J., & Rips, L. J. (1974). Structure and process in semantic memory: A featural model for semantic decisions. *Psychological Review*, *1*, 214-241. doi: <http://dx.doi.org/10.1037/h0036351>
- Taylor, K. I., Moss, H. E., & Tyler, L. K. (2007). The conceptual structure account: A cognitive model of semantic memory and its neural instantiation. In J. Hart & M. A. Kraut (Eds.), *Neural basis of semantic memory* (pp. 265-301).

Cambridge: Cambridge University Press.

- Tulving, E., Donaldson, W., & Bower, G. H. (1972). *Organization of Memory*. New York: Academic Press.
- Tyler, L. K., & Moss, H. E. (2001). Towards a distributed account of conceptual knowledge. *Trends in Cognitive Sciences*, 5, 244-253. doi: [http://dx.doi.org/10.1016/S1364-6613\(00\)01651-X](http://dx.doi.org/10.1016/S1364-6613(00)01651-X)
- Tyler, L. K., Stamatakis, E. A., Bright, P., Acres, K., Abdallah, S., Rodd, J. M., & Moss, H. E. (2004). Processing objects at different levels of specificity. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 13(3), 351-362 doi: <http://dx.doi.org/10.1162/089892904322926692>
- Vidal-Abarca, E., Martínez, E., & Gilabert, R. (2000). Two procedures to improve instructional text: Effects on memory and learning. *Journal of Educational Psychology*, 92, 107-116. doi: <http://dx.doi.org/10.1037//0022-0663.92.1.107>
- Vivas, L., & García García, R. (2010). Contribución desde la neuropsicología al estudio de la memoria semántica. *Avances en Psicología Latinoamericana*, 28(2), 239-250.
- Warrington, E. K. (1975). The selective impairment of semantic memory. *Quarterly Journal of Experimental Psychology B*, 27(4), 635-657. doi: <http://dx.doi.org/10.1080/14640747508400525>
- Warrington, E. K., & McCarthy, R. A. (1983). Category-specific access dysphasia. *Brain*, 106, 859-879. doi: <http://dx.doi.org/10.1093/brain/106.4.859>
- Warrington, E. K., & McCarthy, R. A. (1987). Categories of knowledge: Further fractionations and an attempted integration. *Brain*, 11, 1273-1296. doi: <http://dx.doi.org/10.1093/brain/110.5.1273>
- Warrington, E. K., & Shallice, T. (1984). Category specific semantic impairments. *Brain*, 107(3), 829-854. doi: <http://dx.doi.org/10.1093/brain/107.3.829>

Fecha de recepción: 18-02-2015

Fecha de aceptación: 20-08-2015