

PROCESAMIENTO SEMÁNTICO EN EL LENGUAJE: MEMORIA Y FACILITACIÓN SEMÁNTICA

SEMANTIC PROCESSING IN THE LANGUAGE: MEMORY AND PRIMING

Angélica Flores Barrios^{1*} y Jalil Rasgado-Toledo¹

Universidad de las Américas Puebla

¹Departamento de Psicología

Universidad de las Américas Puebla

Sta. Catarina Mártir, Cholula, Puebla, México, C. P. 72810

Correo electrónico: angelica.flores@udlap.mx

Resumen

El procesamiento semántico es una función cognoscitiva que permite comprender y otorgar significados a los objetos y acontecimientos del mundo, tener un sistema de comunicación para interactuar con otras personas y dar significado al entorno. Este procesamiento involucra diferentes procesos cognoscitivos como la memoria y la facilitación semántica. La memoria semántica permite el almacenamiento de los conocimientos del mundo, mientras que la facilitación semántica provee la evocación del material semántico. El objetivo de este artículo consiste en revisar las características, los modelos explicativos y las estructuras cerebrales relacionadas con la memoria y la facilitación involucradas en el procesamiento semántico imprescindibles para el lenguaje. Estos elementos son importantes a nivel clínico porque diversos trabajos han reportado alteraciones en pacientes con demencias y afasias. Se describen varios modelos que intentan explicar el funcionamiento de la memoria y la facilitación semántica relacionados con el lenguaje. Además diversos estudios coinciden en que las áreas neuronales involucradas en estos procesos son las frontales, temporales y parietales. El estudio de la memoria y la facilitación semántica es relevante para comprender de manera más eficiente el funcionamiento del procesamiento semántico y del lenguaje tanto a nivel de ciencia básica como clínica.

Palabras clave: Memoria semántica, facilitación semántica, lenguaje, procesamiento semántico, memoria a largo plazo

Abstract

Semantic processing is a cognitive function that allows us to understand and grant meaning to objects and events in the world, have a communication system to interact with other people and provide our environment with meaning. This processing involves various cognitive processes such as semantic memory and priming. Semantic memory allows us to store knowledge of the world, while semantic priming enables us to evoke semantic material. This paper aims at reviewing the characteristics, explanatory models and brain structures related to both semantic memory and priming involved in the semantic processing essential for language production. These elements are important at a clinical level because several studies have reported alterations in patients with certain types of dementia and aphasia. Different models attempting to explain the functioning of semantic memory and priming related to language are herein described. In addition, several studies agree on the neuronal areas involved in these processes, namely, the frontal, temporal and parietal ones. Studying semantic memory and priming is relevant to understand more efficiently the functioning of semantic processing and language both at the level of basic and clinical science.

Keywords: Semantic memory, semantic priming, language, semantic processing, long-term memory

INTRODUCCIÓN

El procesamiento semántico es una función cognoscitiva que permite recuperar, almacenar y otorgar significados a las palabras, objetos, sonidos, expresiones faciales, olores y diferentes tipos de acontecimientos (Joyal y Fecteau, 2016). Este procesamiento involucra tanto la memoria

como la facilitación semántica (en inglés semantic priming). El estudio del procesamiento semántico es relevante en el área clínica, ya que se ha mostrado que pacientes diagnosticados con demencias tipo Alzheimer y semántica presentan dificultades tanto en la memoria como en la facilitación semántica (Bell, Chenery e

Ingram, 2000; Calabria, Miniussi, Bisiacchi, Zanetti y Cotelli, 2009; Shenaut y Ober, 1996). También se ha reportado que la memoria semántica está alterada en pacientes con demencia tipo Alzheimer y afasia progresiva fluente (Adrados, González, Sánchez y Galeote, 2000; Donoso, González, González y Pugin, 2008; Moreno y Peraita, 1999).

El procesamiento semántico junto con el procesamiento fonológico y sintáctico forma parte del sistema que permite el lenguaje verbal (Luke, Liu, Wai, Wan y Tan, 2002) y sus alteraciones pueden generar dificultades en la comunicación verbal como se observa en pacientes con demencias o afasias. Debido a la importancia clínica de estos procesos, el presente trabajo tiene como objetivo describir las características de la memoria y la facilitación semántica, indicar algunos modelos explicativos e indicar estructuras cerebrales relacionadas con estos procesos.

MEMORIA SEMÁNTICA

La memoria semántica fue descrita por primera vez por Quillian (1968) por medio de un modelo del funcionamiento de la memoria a largo plazo, el cual describe la existencia de nodos interconectados por vínculos asociativos que constituyen la representación interna de los conceptos, lo

que incluye las representaciones de los objetos del mundo y de los significados de las palabras, funcionando como una red de elementos interconectados entre sí. Posteriormente, Tulving (1972) la define como la memoria que organiza los conocimientos que posee un individuo acerca de las palabras y los símbolos verbales, sus significados, referentes y relaciones entre ellos. Otros autores coinciden con la descripción de Tulving, indicando que este proceso guarda conocimientos a largo plazo de palabras, objetos, cifras, fechas, información enciclopédica y léxica, hechos y elementos concretos (Buckner y Tulving, 1995; Martínez-Cuitiño y Jaichenco, 2012).

Otros autores han descrito este proceso como un diccionario mental en el que a través de la observación directa y el aprendizaje o instrucciones explícitas se almacenan significados de palabras, conceptos, lexicón de sucesos, símbolos verbales, derivaciones lógicas como analogías, deducciones e inducciones, reglas, fórmulas, algoritmos y conocimientos generales, siendo un proceso necesario para el uso del lenguaje (Bauer y Jackson, 2015; Beckery Overman, 2002; Rubinstein y Grasso, 2014).

Modelos de la memoria semántica

Por medio de diferentes estudios se han formado modelos que explican el funcionamiento y las características de la memoria semántica, entre ellos destaca el de Collins y Quillan (1969), quienes plantean un modelo de red para explicar el almacenamiento de la información semántica, indicando que cada palabra tiene almacenado con ella una configuración que apunta a otras palabras en la memoria. Tal configuración representa las propiedades almacenadas, por lo cual la cantidad de espacio necesario para la recuperación es mínima, ya que las características del nodo se pueden predecir. Collins y Loftus (2013) complementan dicho modelo al indicar la existencia de relaciones entre los nodos, lo que a su vez, conduce a mayores enlaces con otros nodos conceptuales y cada uno de ellos a otros en sucesión hasta formar redes que representan el significado completo. Lund, Burgess y Atchley (1995) retoman este modelo indicando que el significado o concepto semántico está representado por nodos que corresponden al significado de una palabra. Estos nodos están enlazados de acuerdo con el tipo de función que comparten, así que cada enlace varía en longitud reflejando la fuerza de la relación y,

de esta manera, el procesamiento semántico de un concepto facilitará el procesamiento subsecuente de un concepto relacionado.

Por otro lado, Fuster (2010) describe el funcionamiento de la memoria como una red de neuronas entrelazadas sinápticamente, denominada paradigma reticular, postulando la existencia de asociaciones de unidades de memoria, o cógnitos, que mediante la experiencia ambiental y educativa de un individuo forman redes amplias que representan recuerdos, objetos de conocimiento, conocimientos abstractos y finalmente la memoria semántica, la cual se organiza jerárquicamente en dos grandes grupos donde todos los tipos de memoria están interrelacionados. Estas conexiones permiten la creación de nuevos recuerdos y conocimientos donde cógnitos nuevos modifican o sustituyen a los viejos, pero si fallan, se producen deterioros como la demencia. Las representaciones cognoscitivas están constituidas por redes de neuronas corticales asociadas por la experiencia (cógnitos), las cuales son variadas y están formadas por cualquier neurona en el cerebro, así que cada cógnito tiene características especiales y se encuentra en áreas amplias de la corteza. Cada cógnito se relaciona con regiones

específicas, donde distintos subprocesos como la memoria semántica están formados por cógnitos de redes corticales que surgen por medio del procesamiento sensorial. Hay una mayor prevalencia de cógnitos en los estratos más altos de la corteza asociativa de las regiones parietal-temporal y prefrontal, y por las características de los cógnitos, cada proceso está relacionado entre sí.

Otro modelo, que surgió del estudio de los déficits semánticos, es la teoría de la topografía conceptual propuesta por Simmons y Barsalou (2003), la cual se apoya en la topografía de las áreas cerebrales de asociación que describe a la memoria como un sistema jerárquico de zonas de convergencia entrelazadas para formar representaciones categóricas formadas por medio de conjuntos de neuronas conjuntivas, así que los déficits dependen del nivel y la localización de la lesión. Este modelo explica el procesamiento desde la percepción de un estímulo y la codificación del mismo, denominado mapa de rasgo. Además, se explica el agrupamiento de rasgos de un conocimiento hasta la configuración de múltiples agrupamientos (Vivas y García, 2010).

Neuroanatomía de la memoria semántica

La investigación de las estructuras cerebrales relacionadas con la memoria semántica ha dado lugar a debates extensos debido a la amplia distribución de la red cortical que representa la memoria semántica y la contradicción de los resultados de diversos estudios que encuentran distintas ubicaciones, dependiendo del tipo de tarea realizada (Quiroz-G., 2003; Verma y Howard, 2012).

Los estudios se han concentrado en el papel que cada hemisferio cumple en el procesamiento semántico. Se ha indicado que el hemisferio izquierdo está involucrado en el procesamiento de palabras con un significado concreto y el derecho en el procesamiento de palabras lexicalmente ambiguas (Carrillo-Mora, 2010). Sin embargo, Thompson-Schill (2003) plantea la inexistencia de una región específica del cerebro que se encargaría de la representación o recuperación de la información semántica, aunque diversas áreas estén involucradas, destacando las regiones ventrales y laterales de la corteza temporal vinculadas con los conocimientos de las formas, los colores y el conocimiento de los movimientos. Por otro lado, la corteza parietal está relacionada con la identificación del tamaño, mientras la corteza premotora

está vinculada con el conocimiento de la función de los objetos.

En las revisiones de Carrillo-Mora (2010) y García-Lázaro *et al.* (2012) acerca de estudios que utilizan técnicas como la tomografía por emisión de positrones (TEP) y la resonancia magnética funcional, se ha reportado una relación entre diferentes áreas del neocórtex con la memoria semántica, donde el lóbulo occipital es activado al inicio del procesamiento semántico. El giro fusiforme del lóbulo temporal izquierdo es activado durante el nombramiento y la lectura de palabras; la corteza prefrontal inferior está involucrada en la selección, recuperación, mantenimiento, monitoreo y manipulación de las representaciones semánticas; y otras estructuras como el hipocampo, la amígdala, el cerebelo y los ganglios basales mantienen una activación en tareas de orden semántico. En una revisión de estudios por medio de tareas de estímulos de recuperación semántica, Buckner y Tulving (1995) describen que las principales activaciones durante la realización de las mismas tareas son la región medial del estriado con lateralización izquierda y la corteza prefrontal izquierda.

FACILITACIÓN SEMÁNTICA

La facilitación semántica (semantic priming) es un fenómeno de recuperación inconsciente del procesamiento de los estímulos, generado por el procesamiento anterior de un estímulo similar (Ballesteros, 1999; Fernández, Silva-Pereyra, Prieto-Corona, Rodríguez-Camacho y Reynoso-Alcántara, 2014). También se describe como una propiedad de la memoria implícita que se presenta automáticamente en la relación semántica de dos conceptos y se manifiesta en el mejoramiento del desempeño semántico, en la velocidad de respuesta y en una mayor exactitud para el reconocimiento de un estímulo cuando éste es precedido por otro estímulo relacionado con él, que si es precedido por otro no relacionado, guarda una relación entre los estímulos presentados (Ballesteros, 1999; Hernández, 2014), lo cual es un fenómeno por medio del cual se puede obtener información del lexicón mental, usado en la investigación del acceso de palabras, la comprensión, la integración y el entendimiento de las oraciones (Lucas, 2000).

El estímulo primordial semántico es sensible a la manipulación del nivel de procesamiento y organización y tiene un efecto directo sobre las palabras unidas semánticamente; es decir, está presente en

conceptos que pertenecen a la misma categoría relacional o en asociaciones amplias pero que comparten rasgos estables, por ejemplo, león-tigre, quienes pertenecen a la categoría de mamíferos con cuatro patas, pelo y otras cualidades (Hernández, 2014; Razumiejczyk, Alonso y Superior, 2008).

Modelos de la facilitación semántica

Como se mencionó anteriormente, la memoria semántica es un almacén del conocimiento del mundo y sus significados, estructurándose según algunos modelos como nodos que se conectan con otros para formar redes que pueden llegar a activarse en cadena (Hernández, 2014). Esto implica que ciertos elementos forman parte de una red, así que ciertas palabras tienen relaciones semánticas más estables y, de esta manera, una mayor conectividad dentro del sistema al vincularse con procesos como en la facilitación semántica (Hernández, 2014).

A partir de estos postulados, en 1975 Collins y Loftus propusieron una teoría basada en la de Quillian (1968) sobre la difusión de la activación del procesamiento semántico, en la cual los conceptos semánticos se comportan como nodos donde dos conceptos pueden estar relacionados si se encuentran próximos a una red. Esta teoría describe una activación expandida cuando

un concepto es facilitado, lo que lleva al mantenimiento de residuos o etiquetas. Al presentarse otro estímulo o concepto subsecuentemente se presenta un contacto con dichos residuos para encontrar una intersección. Estos autores describen que los conceptos son guardados en una red y cada persona puede controlar la facilitación de la red léxica o semántica. Este control puede considerarse como la suma de la activación difusa para una red completa y una activación específica de fuente proveniente de un nodo particular. De esta manera, al presentarse un estímulo se produce mayor acumulación de activación por la facilitación y se genera un menor umbral de activación en los conceptos relacionados y un reconocimiento veloz por el descenso del umbral.

Por otro lado, Ratcliff y McKoon (1988) propusieron una teoría de recuperación de la facilitación semántica almacenada en la memoria, la cual retoma ciertas bases del modelo de propagación de la activación de Collins y Loftus, pero asume que si las representaciones de los dos estímulos están asociadas en la memoria, la relación es mayor y la respuesta se facilita, es decir, si dichos estímulos son presentados rápidamente, éstos se unen para formar una

clave compuesta y la familiaridad de ella depende de qué tan fuerte es la conexión. La familiaridad, entonces, se determina por la comparación de las asociaciones o la suma de todas las imágenes a largo plazo, lo cual es la base de la toma de decisiones de reconocimiento. Estos autores también plantean que una activación puede propagarse rápidamente al haber facilitación semántica, pero hay una disminución de igual intensidad.

Otra teoría que aborda una explicación de la facilitación semántica y su relación con la memoria semántica es la teoría de los modelos conexionistas distribuidos, la cual propone considerar la memoria como un sistema organizado, distribuido paralelamente con un patrón de activación con unidades de procesamiento (neuronas), donde los conceptos relacionados activan un patrón similar. Para representar un significado debe haber una estabilidad en el patrón de activación. Si se presenta un estímulo, se genera dicha estabilidad, y al presentarse un segundo estímulo, la estabilidad ocurre más rápidamente si se encuentra relacionada al estímulo anterior (Vivas, 2007).

Neuroanatomía de la facilitación semántica

Wible *et al.* (2006) describen el funcionamiento de la facilitación semántica como una activación generada por un estímulo que se conecta a las redes en las que se encuentra asociada, lo que produce respuestas más rápidas entre conceptos asociados semánticamente. Para conocer el sustrato neuroanatómico de las redes semánticas, estos autores realizaron una tarea de facilitación semántica en conjunto con una resonancia magnética funcional (fMRI) con lo cual encontraron actividad en las regiones temporales bilaterales posterior, superior y media.

Por otro lado, Mummery *et al.* (1999) estudiaron pacientes diagnosticados con demencia semántica a través de una tomografía por emisión de positrones. Durante una prueba de facilitación semántica visual, encontraron un daño en áreas del lóbulo temporal anterior y una reducción de la actividad de la circunvolución temporal posterior inferior izquierda. Los autores asociaron los resultados con la anomia característica de este tipo de pacientes. También encontraron un aumento en la actividad del lóbulo frontal izquierdo relacionado con el control o la selección del material semántico más que el procesamiento en sí.

En otro estudio realizado por Bobes et al. (2010), aplicando el análisis de localización de fuentes en electroencefalografía, se reportó una activación en zonas del lóbulo temporal (giro temporal inferior, giro fusiforme anterior y giro temporal superior en el grupo de control estudiado) y una disminución del generador del potencial N400 en el temporal inferior derecho, las áreas cinguladas mediales y un aumento del potencial en el hipocampo y el parahipocampo izquierdo en un grupo de portadores del genotipo de Alzheimer.

CONCLUSIONES

La memoria semántica es un almacén de los conocimientos generales que se mantienen a largo plazo con un amplio

espectro de representaciones cognoscitivas del mundo, y la facilitación semántica, es el almacén de la información del lexicón mental que permite el mejoramiento del desempeño semántico. Ambos procesos son indispensables para el uso del lenguaje verbal. El deseo de explicar cómo se da el procesamiento semántico ha llevado al desarrollo de diversas hipótesis y modelos teóricos sobre su funcionamiento, así como avances en el conocimiento de las estructuras anatómicas involucradas. El estudio de ambos procesos permite la generación de baterías de evaluación que hacen posible el reconocimiento de sus alteraciones, principalmente en pacientes con demencias y afasias, estableciendo estrategias de rehabilitación más efectivas en la intervención clínica.

REFERENCIAS

- Adrados, H. P., González, M. J. L., Sánchez, M. L. B. y Galeote, M. A. M. (2000). Batería de evaluación del deterioro de la memoria semántica en Alzheimer. *Psicothema*, 12(2), 192-200.
- Ballesteros, S. (1999). Memoria humana: Investigación y teoría. *Psicothema*, 11(4), 705-723.
- Bauer, P. J. y Jackson, F. L. (2015). Semantic elaboration: ERPs reveal rapid transition from novel to known. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 41(1), 271-282. <https://doi.org/10.1037/a0037405>
- Becker, J. T. y Overman, A. A. (2002). El déficit de la memoria semántica en la enfermedad de Alzheimer. *Revista de Neurología*, 35(8), 777-783.
- Bell, E. E., Chenery, H. J. e Ingram, J. C. L. (2000). Strategy-based semantic priming in Alzheimer's

dementia. *Aphasiology*, 14(9), 949-965. Recuperado de <http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/02687030050127739>

- Bobes, M., Fernández, Y. G., Lopera, F., Quiroz, Y. T., Galán, L., Vega, M., Valdes-Sosa, P. (2010). ERP generator anomalies in presymptomatic carriers of the Alzheimer's disease E280A PS-1 mutation. *Human Brain Mapping*, 31(2), 247-265. <https://doi.org/10.1002/hbm.20861>
- Buckner, R. L. y Tulving, E. (1995). Neuroimaging studies of memory: theory and recent PET results. En F. Boller y J. Grafman (Eds.), *Handbook of Neuropsychology* (pp. 439-466). Elsevier Science.
- Calabria, M., Miniussi, C., Bisiacchi, P. S., Zanetti, O. y Cotelli, M. (2009). Face-name repetition priming in semantic dementia: A case report. *Brain and Cognition*, 70(2), 231-237. <https://doi.org/10.1016/j.bandc.2009.02.005>
- Carrillo-Mora, P. (2010). Sistemas de memoria: Reseña histórica, clasificación y conceptos actuales. Primera parte: Historia, taxonomía de la memoria, sistemas de memoria de largo plazo: La memoria semántica. *Salud Mental*, 33(1), 85-93.
- Collins, A. M. y Loftus, E. F. (1975). A Spreading-Activation Theory of Semantic Processing. *Psychological Review*, 82(6), 407-428. <https://doi.org/10.1016/B978-1-4832-1446-7.50015-7>
- Collins, A. M. y Quillian, M. R. (1969). Retrieval Time from Semantic Memory. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behaviour*, 8, 240-247.
- Donoso, A. S., González, R. V., González, P. R. y Pugin, A. A. (2008). Demencia semántica: Presentación de dos casos y revisión de la literatura. *Revista Chilena de Neuro-Psiquiatría*, 46(4), 280-287. <https://doi.org/10.4067/S0717-92272008000400005>
- Fernández, T., Silva-Pereyra, J., Prieto-Corona, B., Rodríguez-Camacho, M. y Reynoso-Alcántara, V. (2014). Event-related brain potentials during a semantic priming task in children with learning disabilities not otherwise specified. *PLoS ONE*, 9(8), 1-12. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0105318>
- Fuster, J. M. (2010). El paradigma reticular de la memoria cortical. *Revista de Neurología*, 50(SUPPL. 3), 3-10.
- García-Lázaro, H. G., Ramírez-Carmona, R., Lara-Romero, R. y Roldan-Valadez, E. (2012). Neuroanatomy of episodic and semantic memory in humans: A brief review of neuroimaging studies. *Neurology India*, 60(6), 613-617. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>

- Hernández, N. M. (2014). Categorías en el léxico bilingüe: perspectivas desde el priming semántico, interlenguas y la disponibilidad léxica. *Revista Electrónica de Lingüística Aplicada*, 1, 19-38.
- Joyal, M. y Fecteau, S. (2016). Transcranial Direct Current Stimulation Effects on Semantic Processing in Healthy Individuals. *Brain Stimulation*, 9(5), 682-91. <https://doi.org/10.1016/j.brs.2016.05.003>
- Lucas, M. (2000). Semantic priming without association: A meta-analytic review. *Psychonomic Bulletin & Review*, 7(4), 618-630. <https://doi.org/10.3758/BF03212999>
- Luke, K., Liu, H., Wai, Y., Wan, Y. y Tan, L. H. (2002). Functional anatomy of syntactic and semantic processing in language comprehension. *Human Brain Mapping*, 16(3), 133-145. <https://doi.org/10.1002/hbm.10029>
- Lund, K., Burgess, C. y Atchley, R. A. (1995). Semantic and Associative Priming in High-Dimensional Semantic Space. En *Proceedings of the 17th annual conference of the Cognitive Science Society* (pp. 660-665).
- Martínez-Cuitiño, M. M. y Jaichenco, V. I. (2012). Evaluación de la memoria semántica. *Revista de Psicología*, 8(16), 7-23.b
- Moreno, M. G. y Peraita, H. (1999). Memoria semántica y fluidez verbal en demencias *. *Revista Española de Neuropsicología*, 1(2-3), 3-17.
- Mummery, C. J., Patterson, K., Wise, R. J. S., Vandenberg, R., Price, C. J. y Hodges, J. R. (1999). Disrupted temporal lobe connections in semantic dementia. *Brain*, 122(1), 61-73. <https://doi.org/10.1093/brain/122.1.61>
- Quillian, M. R. (1968). Semantic Memory. En M. Minsky (Ed.), *Semantic Information Processing* (pp. 227-270). Cambridge: M.I.T. Press.
- Quiroz-G., Y. T. (2003). N400: Una medida electrofisiológica del procesamiento semántico. *Revista de Neurología*, 36(12), 1176-1180.
- Ratcliff, R. y McKoon, G. (1988). A retrieval theory of priming in memory. *Psychological Review*, 95(3), 385-408. <https://doi.org/10.1037/0033-295X.95.3.385>
- Razumiejczyk, E., Alonso, A. O. L. y Superior, I. (2008). El efecto de priming y sus variantes experimentales. *Psicología y Psicopedagogía*, 7(18), 1-13.
- Rubinstein, W. y Grasso, L. (2014). Demencia semántica y demencia tipo Alzheimer ¿Igual

rendimiento en tareas semánticas? *CES Psicología*, 7(11), 1-15.

Shenaut, G. K. y Ober, B. A. (1996). Methodological control of semantic priming in Alzheimer's disease. *Psychology and Aging*, 11(3), 443-448.

Simmons, W. K. y Barsalou, L. W. (2003). The Similarity-in-Topography Principle: Reconciling Theories of Conceptual Deficits. *Cognitive Neuropsychology*, 20(3-6), 451-486. <https://doi.org/10.1080/02643290342000032>

Thompson-Schill, S. L. (2003). Neuroimaging studies of semantic memory: inferring "how" from "where". *Neuropsychologia*, 41, 280-292. [https://doi.org/10.1016/S0028-3932\(02\)00161-6](https://doi.org/10.1016/S0028-3932(02)00161-6)

Tulving, E. (1972). Episodic and semantic memory. En *Organization of memory* (Vol. 1, pp. 381-403). <https://doi.org/10.1017/S0140525X00047257>

Verma, M. y Howard, R. J. (2012). Semantic memory and language dysfunction in early Alzheimer's disease: A review. *International Journal of Geriatric Psychiatry*, 27(12), 1209-1217. <https://doi.org/10.1002/gps.3766>

Vivas, J. (2007). Análisis de redes semánticas aplicado a contenidos académicos. Métodos e instrumentos. En E. Kronmüller y C. Cornejo (Eds.), *Ciencias de la mente: Aproximaciones desde Latinoamérica* (pp. 385-409). Recuperado de <http://www.mdp.edu.ar/psicologia/sec-academica/asignaturas/aprendizaje/Analisis de Redes Semanticas.pdf>

Vivas, L. y García, R. (2010). Contribución desde la neuropsicología al estudio de la memoria semántica Contribution from neuropsychology to the study of semantic memory. *Avances en Psicología Latinoamericana*, 28(2), 239-250.

Wible, C. G., Han, S. D., Spencer, M. H., Kubicki, M., Niznikiewicz, M. H., Jolesz, F. A., Nestor, P. (2006). Connectivity among semantic associates: An fMRI study of semantic priming. *Brain and Language*, 97(3), 294-305. <https://doi.org/10.1016/j.bandl.2005.11.006>