
Modelos de Memoria Semántica

Jorge R. Vivas

Centro de Investigación en Procesos Básicos, Metodología y Educación
Facultad de Psicología – Universidad Nacional de Mar del Plata

La Memoria Semántica

La memoria semántica es aquella que nos permite acceder a los recuerdos de los significados de los conceptos, a la comprensión de esos recuerdos y a disponer de todo otro conocimiento basado en ideas sin tener necesidad de recuperar las experiencias específicas en las que las obtuvimos. Una característica definitoria de la memoria semántica es que, como observadores introspectivos, no conocemos su origen. Esta memoria no se representa en términos de tiempos y lugares específicos. La memoria semántica refiere a nuestro conocimiento sobre la lengua y los hechos sobre el mundo. Puede ser pensada como la confluencia de un diccionario, una enciclopedia y un tesoro, todo ello en uno (Smith, 1976; Tulving, 1972).

La memoria semántica ha sido contrastada tradicionalmente con la memoria episódica (Tulving, 1983). La memoria episódica se refiere a nuestro conocimiento de eventos que están marcados por una referencia temporal o espacial o que es identificable de algún modo en términos de nuestras experiencias personales. Aunque existen sólidas razones para creer que la memoria semántica y la episódica no constituyen sistemas tan independientes como se creía (McKoon, Ratcliff y Dell, 1986), la distinción ha sido extremadamente influyente en el campo de la memoria y es útil para organizar los fenómenos, tareas y modelos de la memoria. Las memorias semántica y episódica en conjunto componen la categoría denominada memoria declarativa, que es una de las dos divisiones principales en memoria. La contraparte de la memoria declarativa o explícita es la memoria procedimental o implícita.

En diferentes momentos y contextos, Smith (1978) y Mc Namara y Holbrook (2003) han sugerido que una teoría de la memoria semántica, para ser completa, debería poder dar cuenta de los siguientes fenómenos:

- Primero, una teoría de la memoria semántica debería explicar cómo los significados de las palabras se representan mentalmente. Debería especificar cómo se representa el significado de un concepto conjugando, al mismo tiempo, una colección de características, algunas de ellas esenciales y otras apenas típicas de algunos miembros (por ejemplo, para *pájaro*, *animado* y *puede volar*, respectivamente).
- Segundo, debería poder explicar cómo los significados de palabras individuales se pueden combinar para formar unidades más complejas. ¿Cómo se infiere el significado a partir de una simple combinación de sustantivos? Por ejemplo, *animal doméstico*, construido a partir de los significados de sus componentes, *animal* y *doméstico*, respectivamente.
- Tercero, la teoría debería especificar y predecir qué inferencias permitidas se pueden hacer a partir del significado de una palabra u oración. A modo de ejemplo, ¿qué se podría deducir sobre un *cuis* si se sabe que es un *roedor*?

- Cuarto, una teoría de la memoria semántica debería explicar la conexión existente entre el significado de una palabra y el mundo al que se refiere. Debería explicar las conexiones entre las representaciones semánticas y los sistemas perceptuales. Debería explicar la comunalidad semántica de un colectivo social. Por ejemplo, debería explicar cómo se reconoce un objeto desde una descripción que hace un tercero o cómo se describe a otras personas un objeto a partir de una entrada perceptiva.

Las teorías de la memoria semántica tradicionalmente se han ocupado, sobre todo, del primer objetivo, tratando de especificar cómo los significados de las palabras se representan mentalmente. Ha habido cierto interés sobre cómo se combinan los significados de las palabras, pero esta investigación se ha realizado fundamentalmente en estudios sobre formación de conceptos y clasificación. Es considerablemente menor la atención que se ha prestado en la psicología cognitiva al tercer y cuarto objetivos mencionados. El apartado siguiente considera con mayor detenimiento la complejidad y el alcance de este cuarto problema, que debería ser contemplado por un modelo plausible de memoria semántica.

Los sujetos y los significados

Elucidar la relación entre el significado de una palabra y el mundo al que se refiere, la relación entre esa palabra y la representación conceptual a la que sirve de etiqueta y, finalmente, la intersección semántica entre dos hablantes que comparten esa misma etiqueta, no constituye un problema menor de los modelos de memoria semántica. ¿Cómo puede algo ser igual y distinto al mismo tiempo? ¿Cómo dos hablantes que atribuyen a ciertas ideas un significado muy particular y diferente pueden, al mismo tiempo, comprenderse mutuamente y creer saber a lo que se están refiriendo? En todo caso, lamentamos sugerir que la solución más simple a la cuestión del significado no parece dar cuenta de ninguno de estos problemas. El significado de un concepto no parece emerger directamente sólo de las propiedades intrínsecas del mismo. El significado no trata de un atributo que se debe descubrir como si fuese una propiedad inherente al objeto en cuestión, ni la labor del sujeto consiste en develar dicho significado. En lugar de ello, el significado de un ente, fenómeno o proceso parece emerger del peso relativo de todas y cada una de las relaciones fácticas, intelectuales o emocionales que el sujeto haya logrado establecer en su historia con el objeto de referencia.

La representación del significado es, así, el residuo de una construcción social e histórica, en buena medida mediada por la lengua. Construcción que implica la regulación semiótica resultante de la interacción con los otros y con la interpretación de las consecuencias de las manipulaciones realizadas sobre los objetos a partir de una base semántica permanentemente actualizada.

De este modo, si el significado de un símbolo no es una propiedad intrínseca, sino que emerge como resultado de un acto interpretativo, podemos presumir que el significado puede no ser estático ni permanente, ya que las personas o las comunidades lo modifican según las circunstancias, necesidades, intereses, conveniencias, tendencias e ideologías. En teoría, los significados de las palabras podrían admitir tantas variaciones como personas que interpretan se hallen presentes en la situación.

Debido a que dos personas nunca concuerdan unívocamente en su experiencia vital, la memoria semántica construida en su historia promueve fenómenos de conectividad diferencial que naturalmente resultan en interpretaciones y comprensiones de diferente alcance. Es por ello que cada relación comunicativa entre dos hablantes implica siempre un acto de interpretación y una negociación de los significados.

Esta forma de interpretar la construcción del significado es congruente con el enfoque triádico que Peirce (1988) desarrolló desde una perspectiva semiológica. Su enfoque triádico

incluye al intérprete dentro del cálculo semiológico. Sin significado no hay símbolo, sostiene, pero sin intérprete no hay signo.

En palabras del propio Peirce:

Un *signo*, o *representamen*, es un primero que está en tal genuina relación triádica a un segundo, llamado *objeto*, que es capaz de determinar que un tercero, llamado *interpretante*, asuma la misma relación triádica en referencia a su objeto que en la que él se encuentra respecto del mismo objeto (1988:144).

De este modo, los símbolos sólo pueden surgir en el territorio interindividual. Sin embargo, no basta que surja de la relación fortuita entre dos individuos, es además necesario que ambos individuos estén socialmente organizados, que, como propone Vigotsky, representen un colectivo; sólo entonces puede surgir entre ellos un medio semiótico (Bajtín, 1992).

No puede existir, entonces, un signo sin cosa u objeto designado. Existe, por supuesto, un proceso de abstracción de rasgos distintivos y propiedades que se etiqueta con el nombre del objeto. Pero el símbolo siempre evoca algo más, nunca sólo a sí mismo, o dejaría de ser signo. Como este proceso abstractivo, con su consecuente evocación e interpretación, es establecido por el intérprete, las diferentes configuraciones previas guían la construcción y la interpretación en un proceso local donde cada estado depende del estado inmediatamente anterior del sistema. La acción de interpretar un signo, vincularlo con su referente, sólo es posible con la presencia de un intérprete poblado de significados.

En definitiva, el significado de un signo emerge de la triangulación entre el referente, el signo y el intérprete. La ausencia o el debilitamiento de cualquiera de estos tres miembros de la unidad semiótica significan una severa restricción para la construcción del significado. La práctica semiótica necesariamente involucra los tres componentes.

Aunque, como sugiere Medina Liberty (1994), esta idea se nos presente como una suerte de anarquía semiótica, en realidad nos orienta hacia una circunstancia central del proceso interpretativo: la regulación semiótica.

...el signo debe ser socialmente compartido o negociado para ser comprensible. La naturaleza del símbolo no es abstracta, siempre se manifiesta en una situación de comunicación o intercambio concreto que lo concita. Una expresión facial o un gesto conductual, para que cumplan una función comunicativa, requieren de alguien que los interprete de manera semejante a quien los ejecutó. Tanto en la comunicación verbal como en la no verbal, por ejemplo la gestual, es menester que el significado de la palabra o del gesto sea comprendido de manera similar por los participantes del intercambio. En otros términos, la persona que escucha la palabra u observa un gesto debe adjudicarles un valor denotativo o considerarlos como vehículos de significado (1994:12).

En síntesis, la comprensión de cualquier signo tiene un componente tanto interno como externo al sujeto. Es interno en tanto los procesos de percepción, abstracción, codificación, almacenamiento, evocación e interpretación son individuales y se estructuran en función de los otros signos existentes en la memoria semántica. Las diferentes relaciones semánticas dependen del estado de la configuración disponible en el sujeto. Es externo en tanto un signo no puede ser separado de su situación social sin perder su naturaleza semiótica. En un sentido amplio, el significado de un signo no es un hecho sino un proceso. Las propiedades del ejercicio exegético no son la estabilidad y la permanencia, sino el movimiento y la flexibilidad. El signo siempre está orientado hacia alguien y, por tanto, es un elemento constitutivo de un proceso de negociación que le pertenece por igual al que lo emplea y a quien va dirigido.

Proximidad semántica y *Priming*

Independientemente de nuestras preferencias sobre qué formato resulta el más indicado para pensar en la forma en que se halla representado nuestro conocimiento, nuestra experiencia cotidiana nos sugiere que algunos conceptos se hallan "más próximos" unos de otros. De hecho, esta circunstancia puede afectar nuestro comportamiento cotidiano de muchas maneras. En particular, tener en mente un concepto que es próximo a otros recuerdos relacionados hace que éstos se encuentren más accesibles a su evocación que otros.

Éstas son nuestras intuiciones y no hay nada malo en ellas. Pero, para un estudio más organizado de la proximidad semántica, necesitamos tareas que permitan manipular y medir estos efectos. Y aquí es donde interviene la literatura sobre *priming*.

En una red semántica clásica, dos conceptos se hallan semánticamente relacionados si se encuentran juntos o próximos en la red. Podemos medir la "proximidad" como la distancia literal entre ambos, esto es, la longitud del camino que ambos comparten. Ahora bien, cuando una persona estima la similitud semántica entre dos o más ideas puede establecer entre ellas diferentes tipos de relaciones semánticas.

La proximidad semántica puede estar dada porque ambos conceptos presentan entre sí una relación inferencial, de modo que evocar un concepto supone la propagación de la activación hacia otro concepto con el que se halla vinculado lógicamente. Pero también ambos conceptos pueden compartir numerosos atributos por medio de los cuales se establezcan relaciones no necesariamente lógicas. Así, las semejanzas en los atributos compartidos entre dos conceptos pueden promover el establecimiento de relaciones analógicas, identificaciones por el predicado, que se hallan facilitadas por la presencia de activación en las etiquetas respectivas.

Del mismo modo, y tal como lo han señalado algunos estudios sobre relaciones semánticas (Bejar, Chaffin y Embretson, 1991; Mayor y López, 1995), a través del mismo mecanismo se puede comprender la conformación de relaciones parte-todo, contraste, causa-propósito, etc. De hecho, estos estudios recuperan trabajos que proponen taxonomías de al menos trece sistemas de clasificación diferentes, que dependen, en el marco de la teoría de la propagación de la activación, del control ejecutivo que la persona pueda ejercer cuando produce un *prime* de la red semántica.

Se denomina *priming* al mejoramiento, respecto de una línea de base apropiada, en el desempeño en una tarea cognitiva, como producto del contexto o de una experiencia anterior. En este marco, el efecto de *priming* semántico ha recibido una gran atención desde su demostración original en la década de los 70. Este efecto puede ser presentado sintéticamente como el fenómeno que hace que una palabra sea reconocida más rápidamente si es precedida por una palabra semánticamente relacionada con la primera, que si es precedida por otra no relacionada.

El *priming* semántico, particularmente, se operacionaliza como una mejoría en la velocidad de respuesta o una mayor exactitud para responder a un estímulo cuando éste es precedido por un estímulo semántico relacionado con él que cuando no lo es (por ejemplo, *perro-gato* contra *perro-avestruz*). El estímulo sobre el cual se producen las respuestas se denomina *blanco* u *objetivo*, y el estímulo precedente se denomina *prime*. Otra clase de *priming* es el de repetición, que refiere a la mejoría en la velocidad o exactitud para responder a la segunda ocurrencia de un estímulo presentado con anterioridad. El *priming* semántico y el de repetición son causados, probablemente, por mecanismos diferentes o por diversos estados de procesamiento (Durgunoglu, 1988).

El aspecto semántico del *priming* semántico está implicado en que el *priming* es causado por relaciones de significado como las que existen, por ejemplo, entre los conceptos *perro* y *caballo* (ambos son mamíferos, cuadrúpedos, tienen piel, etc.). En la práctica, la denominación también se utiliza para referirnos al *priming* causado por una mezcla de relaciones semánticas y asociativas. El *priming* producido entre conceptos como *perro* y *gato* involucra tanto relaciones semánticas como las mencionadas, como relaciones puramente asociativas (ambos conceptos aparecen fuertemente vinculados en relaciones topológicas espaciales y temporales). En cambio, *avestruz* casi nunca aparece asociada con *perro*.

También es interesante señalar, para nuestros propósitos, la distinción entre *priming* semántico automático y estratégico. Posner y Snyder (1975) y Nelly (1977) distinguieron empíricamente dos tipos de estrategias utilizadas por las personas en tareas de *priming* estratégico: la generación de expectativas prospectivas y la verificación de relaciones retrospectivas.

La generación de expectativas prospectivas se produce cuando la persona anticipa, al serle presentado el *prime*, posibles pares de objetos relacionados con el *prime*. De este modo, el efecto *priming* se ve amplificado, pues la persona genera posibles cadenas con términos relacionados, no utilizando cadenas con términos no relacionados.

La verificación de relaciones retrospectivas se produce cuando la persona evalúa la relación *prime* - objetivo una vez que han sido presentados, pero antes de producir la respuesta. En tareas de decisión lexical, la evaluación de una relación significativa entre *prime* y objeto funciona como clave para facilitar la respuesta.

Los Modelos de Memoria Semántica

Los modelos que tradicionalmente se han propuesto para explicar la memoria semántica son de tres tipos básicos: los modelos en red (Quillian, 1967, 1968; Collins y Quillian, 1969; Collins y Quillian, 1972; Glass y Holyoak, 1974; Collins y Loftus, 1975; Anderson, 1976, 1983), los modelos teoréticos (Meyer, 1970) y los modelos de comparación de rasgos (McCloskey y Glucksberg, 1979; Smith, Shoben y Rips, 1974). Dos de ellos resultaron extremadamente influyentes en la investigación científica de la memoria semántica: la teoría de comparación de rasgos de Smith *et al.* (1974) y los modelos reticulares de diferente tipo.

Teoría de comparación de rasgos

La teoría de comparación de rasgos (Smith *et al.*, 1974) parte de dos grupos de supuestos fundamentales: unos referidos a la representación del significado de la palabra y otros referidos al proceso de atribución de significado de la palabra.

El significado de una palabra está representado por una lista de rasgos o características semánticas. Los conceptos se almacenan como conjuntos de elementos ordenados en forma de listas donde los componentes de la lista constituyen valores de atributos como tamaño, forma, color, etc. Algunos de estos elementos son definitorios para la pertenencia a la categoría, y la dispersión de estos valores en la lista determina la distancia con respecto al centro prototípico. Estos rasgos varían en forma continua en una escala de "definibilidad": en un extremo de la escala están los rasgos esenciales para la definición del significado de la palabra, en el otro extremo de la escala están los rasgos que son sólo atributos particulares de ese elemento. Por ejemplo, el concepto *mamífero* incluiría como rasgos más definitorios propiedades como que los mamíferos son *seres animados*, tienen *glándulas mamarias* y *cuidan a sus crías*, y como rasgos particulares, el hecho de que *dan a luz a jóvenes vivos*, *tienen cuatro miembros* y *viven en la tierra*.

Los supuestos referidos al proceso de atribución de significado de la palabra implican un proceso en dos etapas. Por ejemplo, en la oración *un perro es un animal*, el modelo señala que en la primera etapa se calcula un índice global de semejanza del significado, apareando todos los rasgos del sujeto y del predicado. Si este índice de semejanza excede un criterio umbral, se produce una toma de decisión rápida por la positiva. Si, por el contrario, este índice cae muy por debajo de un umbral (ej., *el perro es un mueble*), se toma una decisión rápida por la negativa. La segunda etapa comienza si el índice de semejanza toma un valor intermedio (*el perro es un cuadrúpedo*). Entonces se comparan los rasgos definitorios del sujeto con los definitorios del predicado. Si el conjunto de los rasgos de predicado quedan incluidos en el conjunto de los rasgos del sujeto, se toma una decisión de verdadero; en cualquier otro caso se declara falsa.

El modelo de procesamiento es sencillo y permite predicciones básicas que descansan en el supuesto de que la latencia de respuesta será más rápida para las oraciones que se pueden verificar en una etapa, que para las oraciones que requieren de ambas etapas. Para las oraciones verdaderas, el modelo predice, entonces, que serán verificadas más rápidamente, en promedio, si sujeto y predicado tienen alta relación semántica. El índice global de semejanza de significado probablemente exceda el umbral superior para sujetos y predicados semánticamente relacionados y, por lo tanto, el procesamiento de la oración se resolverá en la primera fase. Smith *et al.* (1974) asumieron que los grados de tipicidad y las normas de la asociación eran reflejo de la semejanza de rasgos entre conceptos. Por lo tanto, el modelo predice, particularmente, que las oraciones verdaderas serán verificadas más rápidamente si el sujeto es un modelo prototípico que si es un modelo poco frecuente o periférico de la categoría anunciada por el predicado (como, por ejemplo, *un gorrión es un pájaro* contra *un pingüino es un pájaro*).

Para las oraciones falsas, cuanto más similares son el sujeto y el predicado, menos probable es que la oración caiga por debajo del umbral más bajo. Por lo tanto, las declaraciones falsas similares requieren de una segunda etapa del proceso y llevan, consecuentemente, más tiempo para su respuesta que el que resulta necesario para rechazar las oraciones falsas con sujeto y predicado disimilares (por ejemplo, *el gorrión es un mueble*).

Si bien se han confirmado algunas de estas predicciones (Smith *et al.*, 1974), también se han desconfirmado para ciertos tipos de declaraciones falsas (Holyoak y Glass, 1975).

Los modelos reticulares

Los pioneros

Desde la definición tradicional de Quillian (1968), una red semántica es un grafo en el cual los nodos o vértices etiquetados representan conceptos o características específicas, mientras que los arcos, también etiquetados, representan vínculos de diversas clases entre conceptos. Desde esta perspectiva, los conceptos no tienen ningún significado si se los considera aisladamente, sólo muestran su significado en tanto son vistos en relación con los otros conceptos con los cuales están conectados por medio de arcos. Es decir que los conceptos se hallan representados como nodos en una red, y cuantas más propiedades en común tengan dos conceptos, más vínculos existirán entre los dos nodos. Por ejemplo, *tren* y *subte* tendrían muchos vínculos entre ellos, mientras que *tren* y *naranja* tendrían pocos.

En el modelo original de red jerárquica, se distinguían varios tipos de vínculos (supraordinados y subordinados, modificadores, disyuntivos, etc.). Este rico arsenal de tipos de vínculo permitió que el modelo explicara una gran variedad de decisiones semánticas (Quillian, 1969).

El modelo inicial propuesto por M. Ross Quillian representa la memoria semántica de un modo que más que definirse como un auténtico espacio reticular podría denominarse de

jerarquía o taxonomía semántica. En este modelo, Quillian utilizó vínculos de dos clases: los vínculos *isa*, que representan relaciones jerárquicas o categoriales entre conceptos, y los vínculos *propiedades*, que representan características específicas que se asocian con los conceptos particulares. Ambos tipos de vínculos son direccionales. La jerarquía semántica propuesta es una red semántica a la que se le han impuesto las siguientes restricciones:

1. Cada nodo sólo puede tener un vínculo *isa* que llega a él.
2. Cada vínculo de *propiedades* debe aparecer tan alto en la jerarquía como sea posible.

Con estas restricciones, el modelo ha permitido hacer predicciones específicas de un modo rápido y sencillo. Esas predicciones se operacionalizaron contando el número de “operaciones” de diferentes clases que una tarea particular pudiese requerir de acuerdo con la teoría, y luego verificando si los datos empíricos operacionalizados a través del tiempo de ejecución de la tarea arrojaban resultados consistentes con dichas predicciones.

Este modelo jerárquico presentado por Collins y Quillian (1969) promovió una gran aceptación en la comunidad cognitiva de su época, incluso halló alguna evidencia neuropsicológica, ya que se encontraron demencias que parecen perder información subordinada (del nodo inferior) antes que información supraordinada (del nodo superior). Warrington y Shallice (1984), trabajando sobre casi 2000 casos de agnosias específicas, hallaron dobles disociaciones en las que ciertos pacientes podían identificar cosas inanimadas pero no podían identificar cosas animadas y a la inversa. Estas disfunciones podían ser explicadas por el modelo, a partir de la pérdida de los rasgos “es animado” / “es inanimado”.

Sin embargo, se encontró sistemáticamente una falla en el modelo que se dio en llamar *Efecto Típico*. En ciertos casos, dos nodos subordinados a distancia uno del nodo superior mostraron diferencias significativas en el tiempo de respuesta, cuando deberían haber sido iguales. El ejemplo canónico es el de los nodos *canario* y *avestruz*. Ambos se hallan a distancia uno del nodo *ave*. Sin embargo, aunque la predicción del modelo es que ambos deberían tomar el mismo tiempo en la tarea de verificación, las personas demoran sustantivamente más cuando deben verificar *avestruz*.

Quizás la crítica más relevante, sin embargo, apuntó contra el principio de economía y fue formulada por Conrad (1972). La facilidad de acceso a un concepto, visualizada por el tiempo de respuesta, parece depender más de la frecuencia con que dos conceptos aparecen juntos que de la posición que cada uno ocupa en la jerarquía semántica.

Por su parte, Rips, Shoben y Smith (1973), que por ese entonces se hallaban desarrollando su teoría de comparación de rasgos, habían mostrado que el tiempo de reacción en una tarea de categorización se correspondía con la apreciación de cuán típico es el ítem en cuestión dentro de esa categoría. Como vimos más arriba, el modelo alternativo de estos autores representa a los conceptos como agrupamientos de rasgos semánticos e introduce el concepto de *distancia semántica* para vincularlos.

La distancia semántica, proximidad entre dos nodos en la red, puede deberse a muchas otras formas y procesos de vinculación distintos de su relación jerárquica. Si bien aún no hay acuerdo definitivo sobre las taxonomías propuestas para clasificar las relaciones semánticas, algunas de las relaciones coincidentemente propuestas y comúnmente aceptadas por los estudios privilegiados:

- Relación lógica inferencial
- Relación analógica (identificación por el predicado)

- Relación topológica
- Relación por oposición
- Relación por parte
- Otras relaciones, incluidos errores

Para una revisión completa de las categorizaciones propuestas para sistematizar las diversas taxonomías de relaciones semánticas, ver Mayor y López (1995).

Los Modelos de Propagación de la Activación

Collins y Loftus (1975) aconsejaron la modificación del modelo de Collins y Quillian (1969) abandonando las jerarquías y estructurando la organización de las representaciones en la red sobre la base del concepto de distancia o similitud semántica. De esta manera, surgió la Teoría Extendida de Propagación de la Activación (Collins y Loftus, 1975) como modelo reticular de búsqueda y comprensión en la memoria humana. La búsqueda es vista como una propagación de la activación desde dos o más nodos conceptuales hasta su intersección. El efecto de preparación (*priming*) se explica en términos de propagación de la activación desde el nodo del primer concepto hasta el adyacente y constituye el proceso básico sobre el que se asienta la comprensión.

Un rasgo distintivo del modelo propuesto, al menos en el contexto de los modelos psicológicos de memoria semántica, es que distingue entre el conocimiento de los significados de los conceptos y el conocimiento de sus nombres.

Los nombres de los conceptos son almacenados en una red léxica organizada según semejanzas fonológicas. Así, por ejemplo, existirían varios vínculos entre los nodos *milla* y *silla*, pero no existiría ninguno entre los nodos *silla* y *autobús*. Cada nodo en la red léxica está conectado con, por lo menos, un nodo en la red conceptual.

Desde el punto de vista estructural, un concepto es representado como un nodo en una red sea de conceptos o de nombres de conceptos. Sus propiedades son representadas como vínculos etiquetados con otros nodos conceptuales o nominales, que tienen diferente peso según su relevancia para el significado del concepto o por la prevalencia de la similitud fonológica.

La Teoría extendida presenta modificaciones en sus supuestos que mejoran sustantivamente las deficiencias encontradas en el modelo de Collins y Quillian. Por un lado proponen una serie de Supuestos Globales acerca de la estructura y procesamiento en la memoria y, por otra, una secuencia de Supuestos de procesamiento local (op. cit., p. 411).

Son cuatro los supuestos locales propuestos por la reformulación de la teoría, y constituyen un pasaje desde una perspectiva computacional del modelo original a una versión donde la analogía la constituye el funcionamiento cerebral:

1. Cuando un concepto es estimulado, la propagación de la activación se produce entre los nodos asociados con un grado decreciente de intensidad. El grado de caída en la propagación de la señal es inversamente proporcional a la distancia geodésica entre los nodos y la fortaleza del vínculo que los une.
2. Cuanto más activado se halla un concepto en la red, mayor es la activación propagada a sus vecinos. De acuerdo con el principio de funcionamiento serial de la memoria humana, sólo un concepto puede ser activado cada vez. La propagación de la activación desde ese nodo original funciona, sin embargo, con distribución paralela sobre sus adyacentes.
3. El nivel de activación decrece con el tiempo y con la actividad. Tanto este supuesto como el anterior ofrecen una restricción al monto de activación existente en un nodo y una red en un momento determinado y son necesarios para impedir la saturación del sistema.

4. Dado que el monto de activación es de naturaleza variable, la intersección de caminos requiere de un nivel de disparo (comprensión). El supuesto asume una función sumatoria para esta función, de modo tal que cuando la activación desde diferentes caminos llega a un nivel de disparo se producen la evaluación y la respuesta.

Los supuestos globales se componen de dos apartados que hacen al funcionamiento general del modelo. Por un lado, aspectos vinculados a la actividad de comparación entre nodos y, por otro, aspectos que constituyen generalizaciones de las ideas de Loftus acerca de la organización de la memoria semántica, que sugieren la existencia de una memoria lexical donde se alojan las etiquetas de los nombres e independiente de la memoria conceptual (Loftus, 1973, citado en Collins y Loftus, 1975). Estos últimos son:

5. La red conceptual o semántica está organizada de acuerdo con similitudes semánticas. En la medida en que dos nodos se hallan vinculados por tener más propiedades en común, mayor es su similitud y mayor es su proximidad en la red. Esto significa que la densidad de la subred entre determinados nodos es indicativa de la fortaleza de su conectividad. Por lo tanto, la propagación de la activación de un nodo, para cualquier tipo de vínculo, es acumulativa de las relaciones con sus nodos vecinos.
6. Los nombres de los conceptos son almacenados en una memoria lexical, también llamada diccionario lexical. Su organización deriva de líneas de similitud fonológica y, en menor grado, ortográfica. Los vínculos en esta memoria derivan de propiedades fonológicas de los fonemas incluidos en las diferentes posiciones dentro de la palabra. Cada entrada en la red lexical, a su vez, se encuentra conectada con uno o más nodos en la red semántica. Este supuesto explica el conocido fenómeno de “punta de la lengua”.
7. El tercer supuesto sostiene que la persona puede controlar, al menos parcialmente, la propagación de la activación en la red semántica, en la red lexical o en ambas. Proponen que este control sobre el *priming* puede ser pensado como una operación sobre la activación difusa en la red entera o como la operación específica a partir de la activación de un nodo particular. Así, se puede controlar una línea de activación a través de la red lexical promoviendo similitudes fonológicas; a través de la red semántica, activando similitudes semánticas, o fonológicas a partir de recorridos semánticos.

Los supuestos acerca de la función de comparación y evaluación para decidir cuándo dos conceptos son o no semánticamente similares se pueden resumir como sigue:

8. Existen varios tipos de intersección que se encuentran durante el proceso de búsqueda en la memoria semántica. Diferentes caminos en la memoria operan en paralelo de acuerdo con el Supuesto 2, colectando evidencia positiva y negativa de la similitud. Este proceso constituye esencialmente un modelo de decisión bayesiana.
9. Si la búsqueda en la memoria encuentra una conexión supraordinada para dos elementos, este solo acto inclina una decisión positiva (de igual modo para la inversa). Las vinculaciones supraordinadas funcionan como criterio de alta potencia en las relaciones.
10. Si la búsqueda en la memoria encuentra propiedades comunes a dos nodos, este hallazgo otorga una evidencia positiva que es proporcional al criterio usado para asignar esa propiedad al primer nodo. De igual modo, cuando se encuentran propiedades disjuntas para ambos nodos, esto proporciona evidencia negativa. Sin embargo, el criterio no es simétrico. Basta el incumplimiento de una intersección para guiar una decisión negativa, mientras se requiere que varias propiedades coincidan para producir una decisión positiva (Collins y Quillian, 1972).

Nota: La comparación de propiedades y las conexiones supraordinadas actúan en conjunto para lograr una decisión. Por ello, diferenciar propiedades cuando existe un vínculo supraordinado es una actividad más trabajosa y lenta.

11. La estrategia de Wittgenstein es una variante de la comparación de propiedades. Wittgenstein (1953) describió que las personas pueden utilizar una estrategia para comparar la situación actual con otros casos análogos. Si se hallan propiedades de un nodo que coinciden con propiedades supraordinadas de otro, esto constituye evidencia positiva para una decisión. En este supuesto, la coincidencia del caso particular alienta más rápidamente la decisión positiva que en la estrategia de comparación (Supuesto 10), aunque ambas pueden operar en conjunto.
12. Si dos nodos poseen un nodo en común superordinado con vínculos mutuamente excluyentes, esto constituye fuerte evidencia negativa para la decisión, comparable a la derivación de nodos superordinados negativos. Este supuesto se aplica a nodos constituidos de subconjuntos mutuamente excluyentes.
13. Los contraejemplos pueden también ser utilizados como evidencia negativa. Esta estrategia deriva de la sugerencia de Holyoak y Glass (1975), quienes discuten la importancia de los contraejemplos en el contexto del estudio del cuantificador universal “todos”.

Las investigaciones posteriores se han orientado a estudiar los procesos de propagación de la activación que el sistema cognitivo utiliza para manipular representaciones (Barsalou, 1992), y se han propuesto procedimientos con los que se pueden conocer la organización y jerarquía natural de las redes semánticas a partir del establecimiento de la relación entre los conceptos y sus definidoras (Figuerola, Carrasco y Sarmiento, 1982; Cabrero y Vidal, 1996).

Los modelos de propagación de la activación también fueron propuestos por Anderson (1976, 1983) en su modelo ACT* (Adaptative Character of Thought). A pesar de que se diferencia en varios aspectos importantes del de Collins y Loftus, comparte algunos supuestos fundamentales: (a) La recuperación de un ítem en la memoria semántica deriva de la activación de su representación interna, (b) la activación se propaga desde un concepto a los conceptos vinculados, y (c) la activación residual acumulada en un concepto facilita su posterior recuperación.

El ACT* es un modelo pensado para explicar toda la conducta humana. Sin embargo, gran parte del trabajo de Anderson y sus colaboradores ha estado dedicado a explicar el aprendizaje de habilidades cognitivas. Es por esta razón que se lo considera fundamentalmente un modelo de aprendizaje basado en la adquisición, el almacenamiento y la recuperación de información.

Aunque el modelo de Collins y Loftus (1975) y el modelo ACT* de Anderson (1983) son similares, se diferencian en algunos aspectos importantes:

- Ambos modelos asumen que la activación tarda un cierto tiempo para propagarse de un concepto a otro. Esta actuación se utiliza para explicar los efectos de la distancia relativa entre conceptos en la red jerárquica durante el tiempo de verificación. ACT*, sin embargo, asume que la activación se propaga extremadamente rápido, alcanzando la asíntota en poco menos de 50 ms. Los efectos de la distancia en la red se relacionan con las diferencias en los niveles de activación asíntótica.
- Otra diferencia es que el modelo de Collins y Loftus asume que la activación continúa propagándose durante algún tiempo, incluso cuando un concepto ya no está siendo procesado. En ACT*, en cambio, la activación decae muy rápidamente, dentro de los 500 ms., cuando un concepto deja de ser fuente de activación.
- Finalmente, el modelo de Collins y Loftus asume que solamente un concepto puede ser una fuente de activación a la vez, mientras que ACT* asume que el número de fuentes posibles está limitado solamente por la capacidad de la atención.

Los efectos de estos supuestos en la explicación del *priming* semántico en los dos modelos conducen a resultados realmente diferentes. En el modelo de Collins y Loftus, el *prime* envía la activación al blanco, y el blanco puede quedar en estado de activación aunque el *prime* ya no se

esté procesando. En ACT*, en cambio, tanto el *prime* como el blanco deben ser fuentes de activación -ambas deben ser objeto de atención- para producir la asociación entre ellos, que luego se visualiza como un aumento de la activación del blanco. El *priming* ocurre para el ACT* porque el *prime* sigue siendo fuente de activación aun cuando aparece el blanco.

Algunas evidencias experimentales parecen inclinarse a favor de la propuesta de Anderson (1976).

Ratcliff y McKoon (1981) demostraron que el efecto *priming* en el reconocimiento del ítem era estadísticamente confiable cuando el SOA (Asincronía de Inicio del Estímulo) entre el *prime* y el blanco era de aproximadamente 100 ms. (ningún *priming* ocurrió con un SOA de 50 ms.). Estos hallazgos avalan la presunción de que la activación se propaga muy rápidamente. Por otra parte, demostraron que la magnitud de *priming* en un SOA de 100 ms. fue igual para los pares *prime*-blanco de conceptos próximos en la red como para los pares lejanos en la red. Los efectos de la distancia en la red recién aparecieron en el tamaño del efecto del *priming* en los SOAs más largos.

Unos años después y en el contexto de otra línea de investigación, Ratcliff y McKoon (1988) demostraron que el decaimiento del *priming* podía ser muy rápido, hasta dentro de los 500 ms., en algunas circunstancias. Estos resultados contradicen los supuestos básicos del modelo de Collins y Loftus (1975), pero son absolutamente consistentes con el modelo ACT* de Anderson (1983).

Abordajes contemporáneos de la Memoria Semántica

La investigación sobre memoria semántica que con tanto ímpetu floreció entre los finales de los 60 y 70 languideció a principios de los 80. Los psicólogos cognitivos no perdieron el interés por los fenómenos de la memoria semántica, sino que emigraron a otros programas más especializados de investigación, tales como el reconocimiento de la palabra y la comprensión de la lengua y su producción. Los modelos desarrollados para explicar estos fenómenos fueron necesariamente más focalizados que los modelos originales. Existe, sin embargo, una coincidencia generalizada en la literatura científica sobre la estructura reticular de la memoria semántica (McNamara y Holbrook, 2003), y se han propuesto varias clases de teorías para reflejar las propiedades sustanciales de la organización del conocimiento humano.

Los Modelos Conexionistas Distribuidos

Los Modelos Conexionistas y Distribuidos en red tienen una larga historia (Hebb, 1949; Rosenblatt, 1962), pero no fueron influyentes en psicología cognitiva sino hasta mediados de los 80 (McClelland y Rumelhart, 1985; Rumelhart y McClelland, 1986) y desde entonces la investigación y el desarrollo de estos modelos de procesamiento distribuido se han convertido en una gigantesca empresa interdisciplinaria.

Los Modelos Conexionistas Distribuidos proponen la organización de la memoria como una red neuronal cuyo funcionamiento es distribuido y en paralelo (Plaut, 1995; McRae y Boisvert, 1988). En estas redes, los conceptos no son representados como una unidad simbólica sino como un patrón de activación específico de un gran número de unidades de proceso (neuronas). Los conceptos similares son representados por patrones de activación similares. Cada nodo puede ser pensado como codificando un rasgo semántico particular que puede participar de varios conceptos. Estos rasgos no se corresponden necesariamente con los atributos verbalizables de cualquier concepto. Estos rasgos, en todo caso, no necesitan ser denominados o corresponder en forma obvia a las características que la gente puede enumerar en una descripción de la entidad. De hecho, una característica tradicional como, por ejemplo, *tiene alas*, puede ser un patrón de activación sobre una colección de unidades. Los conceptos relacionados presentan un patrón de activación similar.

Las unidades se organizan típicamente en módulos, que corresponden a los sistemas de unidades diseñadas para representar una clase particular de información (por ejemplo, verbal contra visual) o para lograr una meta particular del tratamiento de la información (por ejemplo, entrada contra salida). En el modelo de Farah y McClelland (1991) de debilitación de la memoria semántica, se presentan tres módulos, correspondientes a entradas verbales, entradas visuales y representaciones semánticas. Las unidades dentro de un módulo se hallan fuertemente interconectadas y las unidades en distintos módulos se pueden o no interconectar dependiendo de la arquitectura del modelo.

La presentación de un estímulo en la red causa un patrón inicial de activación entre las unidades, con algunas unidades más activas que otras. Este patrón cambia cada vez que una unidad recibe activación de otras con las cuales está conectada. Eventualmente, emerge un patrón estable de activación entre las unidades. Ese patrón particular, ejemplificado a través de un sistema de unidades de respuesta a una entrada, tales como ver un objeto o escuchar una palabra, es determinado por los pesos de las conexiones entre las unidades. El conocimiento es, por lo tanto, codificado en los pesos, que constituyen la memoria de largo plazo de la red.

En el procesamiento de una palabra, las unidades de proceso cooperan y compiten entre sí de acuerdo con el peso de sus conexiones, hasta que la red como un todo alcanza un estado de estabilidad en un patrón de actividad. Este estado se corresponde con la representación del significado de una palabra. Luego, si la red comienza a procesar una segunda palabra desde este estado de estabilidad, llegará más rápido a estabilizarse si la nueva palabra se encuentra relacionada con la anterior que si no se halla vinculada. Esto se explica porque varias de sus unidades de proceso ya se encuentran activadas al comenzar el segundo proceso.

Una característica distintiva de los modelos distribuidos es que pueden explicar más que cualquier otro pues poseen la facilidad del aprendizaje. Una red puede ser entrenada para producir una salida particular, tal como el significado de una palabra en respuesta a una entrada particular, tal como el patrón ortográfico de la palabra. El entrenamiento implica un ajuste incremental de los pesos entre las unidades para mejorar la capacidad de la red de producir la salida apropiada.

Otra característica importante de los modelos distribuidos es que su funcionamiento puede decaer sin desaparecer a causa de un daño a la red. Esta característica es producto de tener el conocimiento distribuido a través de muchos pesos en la conexión de la red. En algunos casos puede incluso perder el 40 % de sus unidades de memoria semántica y, sin embargo, en modelos como el de Farah y McClelland (1991), se pueden asociar correctamente nombres y dibujos en más del 85 % de los casos.

Los modelos distribuidos se han aplicado a muchas conductas humanas que dependen de información tradicionalmente representada en la memoria semántica, incluyendo la adquisición del conocimiento genérico desde experiencias específicas (McClelland y Rumelhart, 1985), nombramiento de palabras y toma de decisión lexical (Kawamoto, Farrar y Kello, 1994; Seidenberg y McClelland, 1989), y déficit en la lectura y uso de significados después de un daño cerebral (Farah y McClelland, 1991; Plaut, McClelland, Seidenberg y Patterson, 1996).

Modelos Espaciales de Alta Dimensión

Estos modelos parten de la idea de que los conceptos se pueden representar como puntos en un espacio *n-dimensional*. El *n* de las dimensiones del espacio se corresponde con las *n* dimensiones en el significado del concepto. Esta idea ha sido explorada en el pasado (Osgood, Suci y Tannenbaum, 1957) pero ha tomado vigencia recientemente en dos modelos de adquisición y representación del significado. Modelos como el HAL -Hiperespacio Análogo al

Lenguaje- (Burgess, Livesay y Lund, K., 1998) y el LSA -Latent Semantic Analysis- (Landauer y Dumais, 1997) representan las palabras como los vectores en un espacio de alta dimensión. Los vectores se hallan próximos unos a otros si las palabras correspondientes tienen una relación paradigmática fuerte, esto es, si pertenecen al mismo segmento de discurso y/o tienen un significado similar.

Modelo HAL (Hiperespacio Análogo al Lenguaje)

HAL (Hiperespacio Análogo al Lenguaje), propuesto por Burgess y Lund (2000), es un modelo espacial de representación del significado en el cual los conceptos se representan como puntos en un espacio dimensional muy elevado. El modelo léxico semántico HAL utiliza la co-ocurrencia global de la palabra desde una selección muy grande del texto para calcular la distancia entre las palabras que co-ocurren en dicho espacio.

La semejanza semántica entre conceptos es representada por la distancia entre los puntos correspondientes en el espacio. Como resultado de esta metodología, los significados de los conceptos se representan en términos de vectores que expresan sus relaciones con otros conceptos. Operativamente, la metodología que se utiliza involucra seguir las co-ocurrencias lexicales dentro de una ventana móvil de 10 palabras, que se desliza a través de un corpus del texto. El corpus incluye aproximadamente 300 millones de palabras tomadas de los USENET Newgroups (un sistema distribuido mundial de discusión en Internet) que contienen textos en inglés. Así, el vocabulario de HAL consiste en los 70.000 símbolos más frecuentemente usados en ese corpus. Alrededor de la mitad de estos símbolos tiene entradas en el diccionario estándar de Unix, el resto incluye no-palabras, faltas de ortografía, nombres propios y el argot. La metodología, por lo tanto, produce una matriz de 70.000×70.000 valores de co-ocurrencia.

La base teórica en psicología cognitiva de esta metodología se inspira en los trabajos de Ratcliff y McKoon (1988). Ellos propusieron un modelo alternativo a los que hemos visto para explicar el *priming* semántico. Sugirieron que cuando dos palabras son presentadas sucesivamente en forma muy rápida, su combinación crea una Clave Compuesta que es usada para ser comparada con otras combinaciones anteriormente almacenadas en la memoria a largo plazo. Como las palabras semánticamente relacionadas coexisten más frecuentemente que las palabras no relacionadas, la familiaridad entre las palabras identificadas y su representación en la memoria aumenta la velocidad de procesamiento, en comparación con pares de palabras no relacionadas anteriormente. Este modelo explica el efecto de *priming* significativo para relaciones asociativas no necesariamente semánticas. Por otra parte, estos autores sugieren que este efecto constituye un proceso relativamente tardío, pues para construir la Clave Compuesta deben haber sido procesados tanto el *prime* como la palabra objeto.

En resumen, los modelos basados en la co-ocurrencia de ítems lexicales (Lund, Burgess y Atchley, 1995; Lund, Burgess y Audet, 1996; Burgess y Lund, 2000) se fundamentan en la coexistencia de términos lexicales en un corpus de texto. Se dice que dos términos lexicales co-ocurren cuando aparecen juntos en una cadena de 10 términos. Con los valores de co-ocurrencia de cada término en el corpus, que en algunos casos involucraron 160 millones de palabras (Burgess y Lund, 2000), se genera una matriz sobre la que se calculan los vectores semánticos para cada término. Así, dos palabras que aparecen en contextos similares poseen vectores similares y, por lo tanto, poseen una alta similaridad semántica. De este modo, es posible calcular los vectores semánticos para un gran número de palabras y establecer la distancia semántica entre ellos.

La matriz de co-ocurrencia se construye de modo que las entradas en cada fila especifican el peso de la frecuencia de co-ocurrencia de esas palabras y las que las hayan precedido en la ventana. Las entradas en cada columna especifican el peso de la frecuencia de la

co-ocurrencia de esas palabras y las que las hayan seguido en la ventana. Las palabras más cercanas en la ventana móvil obtienen los mayores pesos. Las palabras contiguas reciben un peso de 10, las palabras separadas por una palabra reciben un peso de 9 y así sucesivamente. El significado de una palabra se captura en un vector de 140.000 elementos, obtenido concatenando el vector fila y el vector columna para esa palabra. Cada vector se puede pensar como un punto en un espacio dimensional 140.000. La semejanza entre el significado de dos palabras se define como la distancia euclidiana entre sus puntos correspondientes en el espacio.

Una propiedad importante de HAL es que dos palabras pueden tener significados muy similares porque ocurren en contextos similares y, por lo tanto, tienen vectores similares de significado, sin que necesariamente aparezcan con frecuencia en la misma oración (McKoon y Ratcliff, 1992).

HAL es un modelo estructural de explicación del significado pero no posee una arquitectura particular de proceso. Por lo tanto, la mayor parte de la evidencia a favor del modelo consiste en demostraciones cualitativas o en las correlaciones entre índices generados por el modelo y la conducta humana. Por ejemplo, cuando las distancias entre los vectores que representan la palabra son calculados y tratados con MDS (Escalamiento Multidimensional), las soluciones del escalamiento indican que las palabras están agrupadas en categorías sensibles (Burgess y Lund, 2000). Otros experimentos han demostrado que las distancias entre palabras computadas por HAL predicen el *priming* en la decisión léxica con una aproximación razonable (Lund, Burgess y Audet, 1996).

Modelo LSA (Latent Semantic Analysis)

El Análisis Semántico Latente (LSA) es una teoría y un método para extraer y representar el significado del contexto de uso de las palabras a partir de cómputos estadísticos aplicados a un corpus grande de textos. Como HAL, el LSA es un modelo espacial de alta dimensión de representación del significado. La idea subyacente es que si se dispone de la totalidad de la información sobre todos los contextos en los que una palabra aparece y no aparece, esta información proporciona un sistema de restricciones mutuas que determina en gran medida la semejanza entre los significados de las palabras y de las oraciones. La meta superior del modelo LSA (Landauer, 1998; Landauer y Dumais, 1997) fue explicar la paradoja de Platón: ¿por qué la gente parece saber tanto más que aquello que ha podido aprender por las experiencias que ha tenido?

Los conceptos en el LSA son representados por vectores en un espacio de aproximadamente 300 dimensiones. Las semejanzas entre los significados de los conceptos son representadas por cosenos de ángulos entre vectores.

El LSA se diferencia de otros abordajes estadísticos en dos sentidos significativos. Primero, las aplicaciones del análisis LSA usan como datos de entrada no sólo las co-ocurrencias de palabras, sino los patrones detallados de ocurrencias de palabras en una cantidad muy grande de contextos, tales como oraciones o párrafos, tratados como conjuntos unitarios. En segundo lugar, el método del LSA, si bien postula la opción necesaria de dimensionalidad en la cual todas las relaciones locales de palabra-contexto se representan conjuntamente, asume que es posible reducir la dimensionalidad de los datos observados desde el número de contextos iniciales a uno mucho más pequeño, pero todavía grande, de casos. Esta reducción produciría aproximaciones mucho mejores a las relaciones cognitivas humanas. Así, un componente importante para aplicar la técnica es encontrar la dimensionalidad óptima para la representación final.

La entrada al LSA es una matriz en la cual las filas representan tipos de acontecimientos y las columnas representan los contextos en los cuales los tipos de acontecimientos ocurren. En muchas aplicaciones, las filas corresponden a tipos de palabras y las columnas corresponden a

muestras de texto (por ejemplo, párrafos) en las cuales las palabras aparecen. Cada celda en la matriz contiene el número de veces que un tipo particular de palabra aparece en un contexto particular. Esta matriz se analiza usando SVD (descomposición en valores singulares), que es una importante herramienta del álgebra lineal utilizada para la factorización de una matriz rectangular real o de una matriz compleja. Este análisis permite que los tipos de eventos y los contextos sean representados como puntos o vectores en un espacio de alta dimensión. En esta nueva representación, las semejanzas entre cualquier par de ítems pueden ser calculadas.

En una implementación específica, se tomaron muestras de texto desde una versión electrónica de una enciclopedia que contenía 30.473 artículos. De cada artículo, se recogió una muestra que consistía en el primer texto entero o no menos de 2.000 caracteres. Los datos del texto fueron puestos en una matriz de 30.473 columnas, cada una representando una muestra del texto, y 60.768 filas, cada una representando una palabra que había aparecido en, por lo menos, dos muestras. Las celdas en la matriz indicaban la frecuencia con la cual una palabra había aparecido en una muestra particular. Después de transformar las frecuencias de la celda fila, la matriz fue sometida a SVD y las 300 dimensiones más importantes fueron conservadas. Así, cada palabra y cada contexto se pudieron representar como un vector en un espacio de 300 dimensiones.

Los modelos LSA se han aplicado a un variado conjunto de problemas. Se han utilizado, por ejemplo, para crear un sistema tutorial inteligente que ayuda a los estudiantes a aprender manteniendo una conversación en lenguaje natural (Jackson y Graesser, 2006). Los resultados obtenidos sugieren que constituye un modelo apropiado del conocimiento del estudiante y responde en forma consistente con su actuación general. También se han usado en un modelo del conocimiento de palabras después de un entrenamiento. Cada problema consistió en una palabra objetivo tomada del TOEFL y cuatro opciones de respuesta entre las cuales había que elegir la que fuese más semejante al significado del objetivo. Las opciones del modelo fueron determinadas calculando los cosenos entre el vector de representación de las palabras blanco y el vector de representación de las opciones de respuesta, eligiendo la opción con el coseno más grande. El modelo funcionó muy bien en aspirantes universitarios no angloparlantes en un 64,4 % de los casos.

Otra aplicación del modelo simuló la adquisición de vocabulario en niños escolares. El modelo adquirió vocabulario a la misma razón que los escolares de séptimo grado, aproximadamente 10 palabras por día. Esta razón excede en mucho el aprendizaje logrado en tentativas experimentales de enseñar significados a los niños desde el contexto. Un logro importante en este análisis fue que el aprendizaje de vocabulario por vía del LSA se apoya fuertemente en el aprendizaje indirecto. El efecto directo estimado de leer una muestra de texto (por ejemplo, un párrafo) en el conocimiento de las palabras en una muestra se incrementó en aproximadamente 0,05 palabras del vocabulario total, mientras que el efecto indirecto de leer una muestra de texto en las palabras no contenidas en una muestra se incrementó en aproximadamente 0,15 palabras del vocabulario total. Puesto de otro modo, aproximadamente tres cuartos del aumento del vocabulario con LSA estuvo en las palabras que, incluso, no estaban presentes en el párrafo. Estos hallazgos ayudan a explicar, según Landauer y Dumais (1997), por qué la gente puede tener más conocimiento que el que parece estar presente en la información a la cual se ha expuesto.

Los Modelos y la evaluación de las distancias semánticas

En una red semántica clásica (Collins y Loftus, 1975), dos conceptos se hallan semánticamente relacionados si se encuentran juntos próximos en la red. Podemos medir la “proximidad” como la distancia literal entre ambos, esto es, la longitud del camino que ambos comparten. El método que se presenta en este libro resulta consistente y adecuado para la mensura y graficación de las redes semánticas.

En el modelo de Clave Compuesta de Ratcliff y McKoon (1988), la distancia semántica se explica por la probabilidad de que dos palabras coexistan relacionadas más frecuentemente que palabras no relacionadas. Esta circunstancia explica la existencia del efecto de *priming* significativo para relaciones asociativas no necesariamente semánticas. Este proceso es, sin embargo, transparente cuando se solicita a las personas que estimen la proximidad semántica entre dos términos relacionados semánticamente por relaciones de distinta naturaleza y con diferente peso en su asociación. En ese sentido, el método planteado resulta transparente a la organización estructural de la memoria semántica.

Los modelos Conexionistas Distribuidos (Plaut, 1995; McRae y Boisvert, 1988) proponen que los conceptos relacionados presentan un patrón de activación similar. Si bien el método DistSem aquí propuesto no se muestra, en principio, incompatible con este modelo, sugerimos que la mensura de la distancia semántica dentro de esta perspectiva probablemente encuentre un instrumento adecuado y coherente para su ejecución por medio de la utilización de los algoritmos Self-Organizing Map (SOM), introducidos por Kohonen (1988, 1997).

Los modelos basados en la co-ocurrencia de ítems lexicales (Lund, Burgess y Atchley, 1995; Burgess y Lund, 2000) se basan en la coexistencia de términos lexicales en un corpus de textos. La distancia semántica, en este caso, se calcula de acuerdo con la similitud entre los vectores semánticos calculados para cada término. Este modelo está orientado a obtener la organización semántica de grandes corpus de términos lexicales y facilita el reconocimiento de lo que tienen en común ciertas comunidades. Estos modelos apuntan a la comunalidad semántica y poco nos aportan sobre la organización singular de la memoria semántica de un individuo particular.

De este modo, tanto el HAL como el LSA resultan adecuados y pertinentes cuando el objeto en estudio es una población adulta, normal y con cierto nivel de desarrollo cultural. Para poblaciones especiales (personas con diversos grados de deterioro cognitivo, poblaciones marginales o no escolarizadas y niños en edad de desarrollo), se sugiere la utilización de técnicas más focalizadas, que permitan reconocer la configuración y el funcionamiento de la memoria semántica y sus patrones de evolución o deterioro. En este sentido, métodos como el DistSem (Vivas, 2004, 2007), con sus técnicas *Definition Finder* y *Natural Finder* (Vivas *et al.*, 2008) o la técnica de captura de redes semánticas naturales de Figueroa *et al.* (1982) resultan más adecuados para problemas clínicos y singulares.

Referencias

- Anderson, J. R. (1976). *Language, memory, and thought*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Anderson, J. R. (1983). *The architecture of cognition*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Bajtín, M. (1992). *El marxismo y la filosofía del lenguaje*. Madrid: Alianza.
- Barsalou, L. W. (1992). *Cognitive Psychology. An overview for cognitive scientist*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associated.
- Bejar, I. I., Chaffin, R. y Embretson, S. (1991). A taxonomy of semantic relations. En I.I. Bejar, R. Caffin y S. Embretson (Eds.) *Cognitive and psychometric analysis of analogical problem solving* (pp. 56-91). New York: Springer-Verlag.
- Burgess, C., Livesay, K. y Lund, K. (1998). Explorations in context space: words, sentences, discourse. *Discourse Processes*, 25, 211–257.
- Burgess, C. y Lund, K. (2000). The dynamics of meaning in memory. En E. Dietrich y B. Arthur (Eds.) *Cognitive dynamics: Conceptual and representational change in humans and machines* (pp. 117–156). Mahwah, NJ: Erlbaum.
- Cabrero, B. y Vidal, S. (1996). Redes semánticas de los conceptos de presión y flotación en estudiantes de bachillerato. *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, 1, 343-361.
- Collins, A. M. y Quillian, M. R. (1969). Retrieval time from semantic memory. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 8, 240–247.
- Collins, A. M. y Quillian, M. R. (1972). Experiments on semantic memory and language comprehension. En L. W. Gregg (Ed.) *Cognition in learning and memory* (pp. 117–147). New York: Wiley.
- Collins, A. M. y Loftus, E. F. (1975). A spreading-activation theory of semantic processing. *Psychological Review*, 82, 407–428.
- Conrad, C. (1972). Cognitive economy in semantic memory. *Journal of Experimental Psychology*, 92, 149-154.
- Durgunoglu, A. Y. (1988). Repetition, semantic priming, and stimulus quality: Implications for the interactive-compensatory reading model. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 14, 590–603.
- Farah, M. J. y McClelland, J. L. (1991). A computational model of semantic memory impairment: Modality specificity and emergent category specificity. *Journal of Experimental Psychology: General*, 120, 339–357.
- Figueroa, J., Carrasco, M. y Sarmiento, C (1982). Sobre la teoría de las redes semánticas. *VI Encuentro Nacional y I Latinoamericano de Psicología*. Guadalajara.
- Glass, A. L. y Holyoak, K. J. (1974). Alternative conceptions of semantic theory. *Cognition*, 3, 313–339.
- Hebb, D. O. (1949). *The organization of behavior*. New York: Wiley.
- Holyoak, K. J., y Glass, A. L. (1975). The role of contradictions and counterexamples in the rejection of false sentences. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 14, 215–239.
- Jackson, G. T. y Graesser, A. C. (2006). Aplicaciones del diálogo humano de tutoría al AutoTutor: Un sistema inteligente de tutoría. *Revista Signos*, 39, 31-48.
- Kawamoto, A. H., Farrar, W. T. y Kello, C. T. (1994). When two meanings are better than one: Modeling the ambiguity advantage using a recurrent distributed network. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 20, 1233–1247.
- Kohonen, T. (1988). *Self-Organization and Associative Memory*. NY: Springer-Verlag.
- Kohonen, T. (1997). *Self-Organizing Maps*. NY: Springer-Verlag.
- Landauer, T. K. (1998). Learning and representing verbal meaning: The Latent Semantic Analysis Theory. *Current Directions in Psychological Science*, 7, 161–164.
- Landauer, T. K. y Dumais, S. T. (1997). A solution to Plato's problem: the latent semantic analysis theory of acquisition, induction, and representation of knowledge. *Psychological Review*, 104, 211–240.

- Loftus, E. F. (1973). Categories and the internal lexicon. Comunicación presentada en *Minnesota Conference on Cognition, Knowledge and Adaptation*. Minneapolis 1973.
- Lund, K., Burgess, C. y Atchley, R.A. (1995). Semantic and associative priming in high-dimensional semantic space. *Proceedings of the Cognitive Science Society* (pp. 660-665). Hillsdale, N.J.: Erlbaum Publishers.
- Lund, K., Burgess, C. y Audet, C. (1996). Dissociating semantic and associative word relationships using high-dimensional semantic space. *Proceedings of the Eighteenth Annual Conference of the Cognitive Science Society*, 18, 603-608.
- Mayor, R. y López, R. (1995). Relaciones Semánticas. En *Anexos de la Revista de Psicología del Lenguaje. Anexo 2*. Madrid: Departamento de Psicología Básica. U.C.M.
- McCloskey, M. y Glucksberg, S. (1979). Decision processes in verifying category membership statements: Implications for models of semantic memory. *Cognitive Psychology*, 11, 1-37.
- McClelland, J. L. y Rumelhart, D. E. (1985). Distributed memory and the representation of general and specific information. *Journal of Experimental Psychology: General*, 114, 159-188.
- McKoon, G., Ratcliff, R. y Dell, G. S. (1986). A critical evaluation of the semantic-episodic distinction. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 12, 295-306.
- McNamara, T. P. y Holbrook, J. B. (2003). Semantic Memory and Priming. En A. F. Healy, R. W. Proctor (Eds.) *Handbook of Psychology Volume 4 Experimental Psychology* (pp. 447-474). New Jersey: John Wiley & Sons, Inc.
- McKoon, G. y Ratcliff, R. (1992). Spreading activation versus compound cue accounts of priming: Mediated priming revisited. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 18, 1155-1172.
- McRae, K. y Boisvert, S. (1988). Automatic Semantic Similarity Priming. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition*, 24, 3, 558-572.
- Medina Liberty, A. (1994) La construcción simbólica de la mente humana. *Iztapalapa*, 35, 9-20.
- Meyer, D. E. (1970). On the representation and retrieval of stored semantic information. *Cognitive Psychology*, 1, 242-300.
- Neely, J. H. (1977). Semantic priming and retrieval from lexical memory: Roles of inhibitionless spreading activation and limited-capacity attention. *Journal of Experimental Psychology: General*, 106, 226-254.
- Osgood, C. E., Suci, G. J. y Tannenbaum, P. H. (1957). *The measurement of meaning*. Urbana: University of Illinois Press.
- Peirce, C. S. (1988). *El hombre, un signo*. Madrid: Crítica.
- Posner, M. I. y Snyder, C. R. R. (1975). Facilitation and inhibition in the processing of signals. En P. M. A. Rabbitt y S. Dornic (Eds.) *Attention and Performance: V* (pp. 669-682). NY: Academic Press.
- Plaut, D. C. (1995). Semantic and associative priming in a distributed attractor network. *Proceedings of the 17th Annual Conference of the Cognitive Science Society* (pp. 37-42). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Plaut, D. C., McClelland, J. L., Seidenberg, M. S. y Patterson, K. (1996). Understanding normal and impaired word reading: Computational principles in quasi-regular domains. *Psychological Review*, 103, 56-115.
- Quillian, M. R. (1967). Word concepts: A theory and simulation of some basic semantic capabilities. *Behavioral Science*, 12, 410-430.
- Quillian, M. R. (1968). Semantic memory. En M. Minsky (Ed.) *Semantic information processing*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Ratcliff, R. y McKoon, G. (1981). Does activation really spread? *Psychological Review*, 88, 454-462.
- Ratcliff, R. y McKoon, G. (1988). A retrieval theory of priming in memory. *Psychological Review*, 95, 385-408.
- Rips, L. J., Shoben, E. J. y Smith, E. E. (1973). Semantic Distance and the verification of semantic relations. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 14, 665-681.

Evaluación de Redes Semánticas. Instrumentos y Aplicaciones

- Rosenblatt, F. (1962). *Principles of neurodynamics*. New York: Spartan.
- Rumelhart, D. E. y McClelland, J. L. (Eds.) (1986). *Parallel distributed processing: Explorations in the microstructure of cognition: Vol. 1. Foundations*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Seidenberg, M. S. y McClelland, J. L. (1989). A distributed, developmental model of word recognition and naming. *Psychological Review*, 96, 523–568.
- Smith, E. E., Shoben, E. J. y Rips, L. J. (1974). Structure and process in semantic memory: A featural model for semantic decisions. *Psychological Review*, 81, 214–241.
- Smith, E. E. (1976). Theories of semantic memory. En W. K. Estes (Ed.) *Handbook of learning and cognitive processes: Vol. 4.*, 67-68.
- Tulving, E. (1972). Episodic and semantic memory. En E. Tulving y W. Donaldson (Eds.) *Organization of memory* (pp. 381–403). New York: Academic Press.
- Tulving, E. (1983). *Elements of episodic memory*. New York: Oxford University Press.
- Vivas, J. (2004). Método Distsem: procedimiento para la evaluación de distancias semánticas. *Revista Perspectivas en Psicología*, 1, 56-62.
- Vivas, J. (2007). Análisis de redes semánticas aplicado a contenidos académicos. Métodos e instrumentos. En Kronmüller, E. y Cornejo, C. (Comps.) *Ciencias de la Mente: Aproximaciones desde Latinoamérica* (pp. 385-409). Santiago, Chile: JC Sáez Editor.
- Vivas, J., Huapaya, C., Lizarralde, F., Arona, G., Comesaña, A., Vivas, L., García Coni, A. (2008). Distsem e Infosem: Instrumentos para la evaluación de la Memoria Semántica. Método y aplicaciones. En M. Concepción Rodríguez y V. Padilla Montemayor (Comps.) *Cognición y memoria, sus representaciones y mediciones*. Monterrey: Ed. Universidad Autónoma de Nuevo León.
- Warrington, E. K. y Shallice, T. (1984). Category specific semantic impairments. *Brain*, 107, 829-854
- Wittgenstein, L. (1953). *Philosophical investigations*. Oxford: Basil Blackwell.