

La organización del conocimiento conceptual: Evidencias desde la neurociencia

JAVIER GARCÍA ORZA¹
MAURICIO IZA MIKELEIZ
Universidad de Málaga

I. INTRODUCCIÓN

Este trabajo aborda la organización del sistema semántico, entendiendo por éste los dispositivos de memoria en los que se encuentran almacenadas las representaciones conceptuales. Analizaremos esta cuestión fundamentalmente desde la información que aportan los estudios de sujetos con lesiones cerebrales, las simulaciones computacionales y las evidencias de neuroimagen, fuentes de información básica en neurociencia. Las preguntas que trataremos de resolver tienen que ver con: ¿Cuál es la organización interna de la memoria semántica? ¿En función de qué parámetros se organizan los conocimientos semánticos? ¿Existe una única memoria semántica o múltiples asociadas con las distintas modalidades perceptivas? El estudio de fenómenos como las *alteraciones específicas de modalidad sensorial* o la *alteración selectiva de categorías semánticas* que se produce en algunos sujetos con lesiones neurológicas, la simulación de estas alteraciones, así como los datos procedentes de estudios de neuroimagen, ofrecen resultados de interés en el marco de una investigación todavía incipiente.

El interés por la organización del sistema semántico desde la neuropsicología cognitiva -disciplina que, en el marco de las neurociencias, trata de conocer más sobre los procesos mentales a partir del estudio de sujetos con lesiones neurológicas- surge a principios de los años ochenta. Concretamente se origina ante el hallazgo de pacientes que tienen problemas con las representaciones conceptuales de algunas categorías y no otras (efectos específicos de categoría), y de pacientes que tienen dificultades para utilizar sus representaciones conceptuales desde algunas modalidades sensoriales (e.g., visión), a pesar de no existir problemas

1 Dirección para correspondencia: jgorza@uma.es.

aparentes en sus mecanismos de acceso a la representación conceptual, pero no desde otras (efectos específicos de modalidad). A continuación ejemplificaremos los efectos señalados, describiremos posteriormente las posibles alternativas teóricas a las que estos efectos dan lugar, para pasar, finalmente, a señalar algunas evidencias experimentales que nos permitan tomar algunas decisiones sobre los modelos más acertados de la organización del conocimiento semántico.

I.1. *LOS EFECTOS ESPECÍFICOS DE MODALIDAD*

En el estudio del acceso al sistema semántico se han observado rendimientos diferenciales en tareas de acceso a las representaciones conceptuales desde diferentes modalidades sensoriales (e.g., vía visual versus vía táctil o vía auditiva)². Estas dificultades para el acceso a las representaciones tendrían lugar incluso una vez descartadas la existencia de déficits en los sistemas periféricos (e.g., agnosias aperceptivas). Si efectivamente esto es así, cuestión aún bajo debate, no queda duda de que estas alteraciones ofrecen indicaciones sobre cómo la información sobre un mismo objeto que procede de diferentes modalidades sensoriales se integra conceptualmente. En concreto, una alteración específica de modalidad, parece favorable a la existencia de múltiples sistemas semánticos específicos de modalidad que estarían interconectados entre sí, pero que serían independientes, de forma que la alteración de la información semántica-visual, no afectaría al reconocimiento de objetos por vía auditiva o táctil. La *afasia óptica* nos permite ilustrar este tipo de alteraciones selectivas de modalidad, y el mejor caso descrito es JB, estudiado por Humphreys y Riddoch (1987):

JB mostraba un rendimiento por debajo de lo normal al nombrar objetos que se le presentan visualmente; sin embargo, nombraba mucho mejor esos mismos objetos cuando se le presentaban en otras modalidades sensoriales (táctil) o a través de una definición verbal. Lo más curioso es que, aunque JB era incapaz de denominar el objeto cuando era presentado en forma visual, tal y como hacen otros pacientes con afasia óptica, podía imitar su uso (ante un tenedor no pudo nombrarlo pero sí realizar el movimiento asociado al objeto) lo que sugiere que habría conocimiento semántico intacto (Humphreys y Riddoch, 1987).

2 La evaluación de estas capacidades se mide bien en tareas de denominación de objetos presentados en diferentes modalidades sensoriales, o bien por la capacidad para asociar el estímulo dado con otros de su misma categoría semántica, por ejemplo, el paciente debe asociar la palabra o el dibujo de tren con una de las 2 opciones siguientes: vía-carretera.

I.2. LOS EFECTOS ESPECÍFICOS DE CATEGORÍA

Aunque los estudios de las alteraciones del lenguaje ya habían sugerido la existencia de diferentes categorías de representación semántica, al mostrar las dificultades de algunos sujetos para la comprensión de palabras abstractas frente a las concretas, no es hasta la publicación por parte de Warrington y Shallice (1984) de cuatro pacientes, con daños bilaterales en los lóbulos temporales causados por encefalitis por herpes simple, que se empieza a ahondar en esta cuestión. Estos sujetos tenían un mejor reconocimiento y denominación de objetos inanimados (objetos hechos por el hombre) que de animados (plantas y animales), es decir, mostraban lo que se ha dado en llamar *efectos específicos de categoría*. Warrington y Shallice defienden que estos hallazgos reflejan la estructura organizativa del sistema semántico, enfatizando la utilidad del estudio de sujetos con lesiones para descifrar la organización del mismo. Uno de sus pacientes nos basta para ilustrar los efectos específicos de categoría:

JBR tenía un habla fluida y no mostraba signos de alteraciones visuales (era capaz de emparejar perspectivas diferentes del mismo objeto). Por el contrario tenía amnesia retrógrada y anterógrada, y mostraba dificultades para el reconocimiento de objetos y caras. La evaluación a partir de la presentación de dibujos de objetos animados e inanimados emparejados en frecuencia (debía denominarlos), o de la presentación de sus correspondientes nombres para que los definiera, mostró un patrón similar: severos problemas con los objetos animados y un rendimiento cercano al normal con los inanimados. La tarea de denominación puso además de manifiesto que JBR sólo era capaz de usar términos generales con los objetos animados (animal, ante el dibujo de un caballo) (Warrington y Shallice, 1984).

II. SEMÁNTICA Y LA MODALIDAD DE ACCESO: MODELOS

El hallazgo de efectos específicos de modalidad en pacientes cuyos procesos perceptivos parecen intactos ha dado lugar a diferentes interpretaciones teóricas acerca de la relación entre modalidades sensoriales y almacenes semánticos. En general, estos modelos se pueden agrupar en las dos opciones representadas en la figura 1: los que defienden diferentes sistemas semánticos específicos para cada modalidad (e.g., Paivio, 1978; Shallice, 1988), y los que defienden la existencia de un sistema semántico amodal (e.g., Caramazza et al. 1990; Humphreys y Riddoch, 1987). A continuación esbozamos estos modelos.

II.1. MODELOS DE SEMÁNTICA MÚLTIPLE

Conforme al hallazgo de efectos específicos de modalidad algunos modelos dividen la memoria semántica en distintos sistemas conceptuales específicos para cada modalidad. Así, como posteriormente haría también Paivio (1978), Warrington (1975; McCarthy y Warrington, 1994) propuso que la información semántica visual y verbal debería estar representada en sistemas separados. Shallice (1988) va a apoyar esta visión extendiéndola a otras modalidades sensoriales (ver figura 1a).

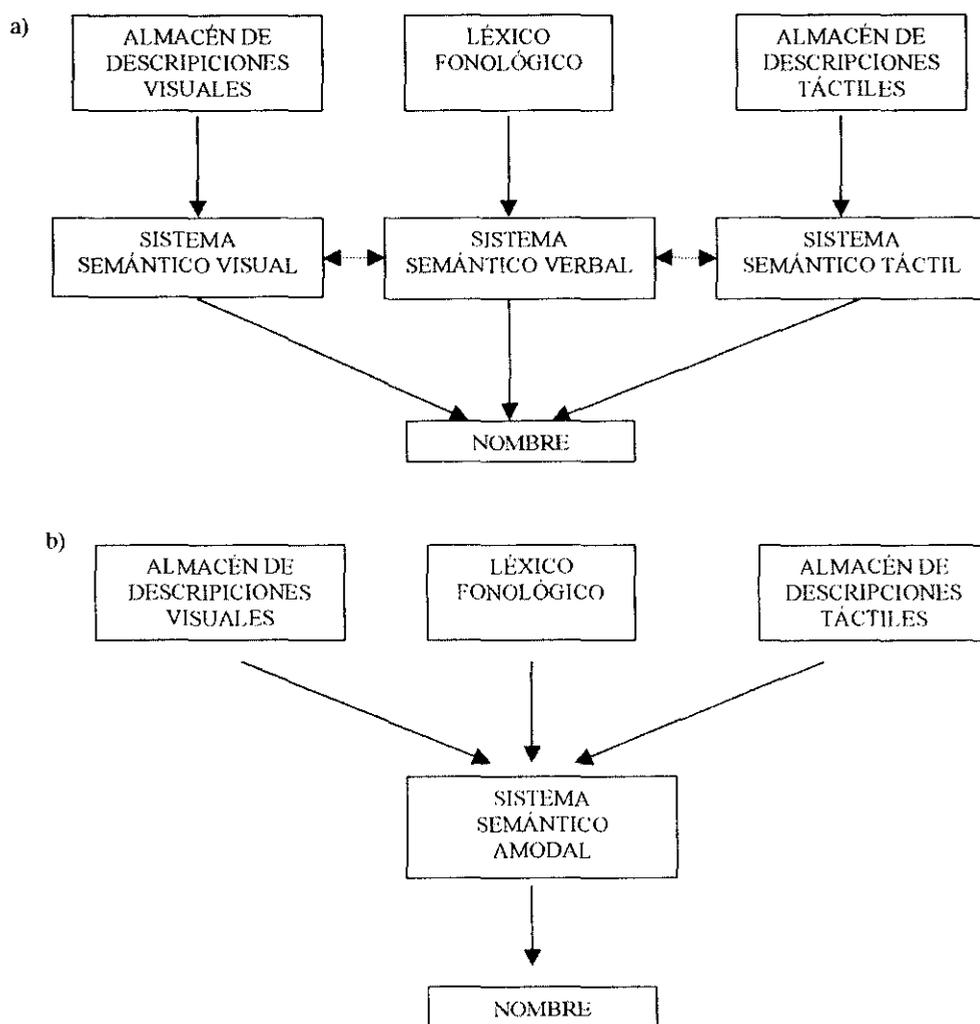


Figura 1. La estructura del sistema semántico: a) Representación de la hipótesis de los sistemas semánticos múltiples (e.g., McCarthy y Warrington, 1994); b) Representación de la hipótesis de la semántica unitaria (e.g., Humphreys y Riddoch, 1987). Ver explicación en el texto.

Bajo este modelo que propugna diferentes sistemas semánticos relacionados con la naturaleza del input, la afasia óptica, caracterizada por una mejor denominación de objetos a partir de la vía táctil, o por medio de definiciones, que a partir de la vía visual, podría explicarse como fruto de una alteración en las conexiones entre el sistema semántico visual y la forma fonológica de las palabras, estando las conexiones entre el sistema semántico táctil (o el sistema semántico verbal) y la forma fonológica preservadas³ (ver figura 1a).

II.2. *MODELOS DE SEMÁNTICA UNITARIA*

En contra de la visión anterior, varios autores van a defender la existencia de un único sistema de representaciones semánticas. Así, Humphreys y Riddoch (1987) proponen un modelo que ha sido seguido también por Colheart et al. (1998) y Caramazza et al. (1990) (ver figura 1b) con leves variaciones. El modelo incluye múltiples dominios perceptivos (visual, auditivo, olfativo y táctil), cada uno con su propia base de conocimiento perceptivo sobre la naturaleza de los objetos, y además incorpora un sistema de conocimiento de acción y una base de conocimiento semántico central no-perceptivo que es compartida por todos los dominios perceptivos (ver figura 1b). Un aspecto importante de estos modelos es que la base de conocimiento semántico central está organizada por categorías semánticas, un aspecto importante del procesamiento semántico que discutiremos posteriormente.

En cualquier caso, en principio, la afasia óptica constituye un patrón difícil de cuadrar con estos modelos que proponen un sistema semántico unitario desde el que se accedería a la pronunciación de la palabra, pues parece que por distintas modalidades el sujeto accede a la semántica y sólo en el caso del empleo de información visual aparecen los problemas para la denominación. Contra esta postura Humphreys y Riddoch (1987) proponen que la causa de la afasia óptica sería la existencia de problemas en la conexión entre las descripciones estructurales y el sistema conceptual o semántico (ver figura 1b). Observaron que su paciente, JB, tenía algunos problemas para emparejar semánticamente objetos visualmente similares y para dibujar objetos de memoria o describirlos, que no le impedían el acceso a la información sobre la acción (manifestada de una forma casi compulsiva) asociada a estos objetos, la cual estaría almacenada en otros sistema, el sistema

3 Aunque también podría defenderse que el problema de los afásicos ópticos residiría directamente en su sistema semántico visual, la capacidad que estos sujetos muestran para realizar movimientos asociados con el uso de los objetos (e.g., ante el peine, JB se pasaba la mano por la cabeza como peinándose aunque no lo nombraba) lleva a estos autores a pensar que este sistema estaría preservado.

de acción. Es decir, aunque las descripciones estructurales estuvieran preservadas la alteración de las conexiones entre éstas y el sistema semántico daría lugar a la afasia óptica. Desde esta perspectiva el efecto de modalidad desaparece, pues en realidad se entiende como un problema previo a la semántica, en el procesamiento visual, siendo innecesaria la defensa de diferentes sistemas semánticos.

III. EVIDENCIAS EXPERIMENTALES EN TORNO A LA MULTIPLICIDAD DEL SISTEMA SEMÁNTICO

El apoyo para la semántica múltiple se ha basado principalmente en los hallazgos específicos de modalidad de sujetos con afasia óptica y de sujetos con alteraciones semánticas (Shallice, 1988).

Un ejemplo de esto último es el caso de TOB, descrito por McCarthy y Warrington (1988, ver McCarthy y Warrington, 1990). Cuando a este paciente se le presentaban dibujos no tenía problemas para describirlos y dar información semántica sobre ellos, pero cuando se le daba el nombre sus definiciones eran muy pobres. Este patrón sugiere la existencia de múltiples sistemas semánticos, de forma que el sistema semántico visual estaría preservado, y habría una alteración del sistema semántico verbal. Sin embargo, Caramazza y cols. (1990) dentro de la hipótesis del contenido unitario organizado, es decir, en contra de la hipótesis de los sistemas semánticos múltiples, han defendido que el patrón de TOB podría ser consecuencia de la diferente dificultad de las tareas planteadas. Según estos autores, el acceso visual al sistema semántico es más sencillo porque las características físicas del objeto dan pistas sobre él, mientras que el nombre es asignado arbitrariamente.

Sin embargo, McCarthy y Warrington (1994) años más tarde describen un caso, el del paciente DRS quien muestra el patrón contrario al de TOB, es decir, mejor acceso desde el nombre que desde el dibujo, en presencia de habilidades visuales normales. Este caso echa por tierra la hipótesis del acceso privilegiado para la información visual, y parece garantizar la existencia de un sistema semántico visual y otro verbal. A este caso debe unirse el de CAV, quien definía perfectamente los objetos cuando se le presentaban verbalmente y cometía muchos errores en la definición a partir de su dibujo.

Aunque los datos sugieren la posibilidad de diferentes sistemas semánticos específicos de modalidad, Marshall (1988) ha propuesto que esta distinción tendría lugar dentro de un sistema semántico unitario, el cual estaría subdividido en tales categorías. Las similares predicciones de estos modelos en los casos descritos hace complicado distinguir entre ambos. Además, no ha podido descartarse de forma taxativa la existencia en los pacientes descritos de dificultades perceptivas que pudieran ser responsables de las diferencias en la ejecución de las tareas en diferentes modalidades sensoriales.

IV. MODELOS SOBRE LA ORGANIZACIÓN CATEGORIAL DEL SISTEMA SEMÁNTICO

La existencia de efectos específicos de categoría, si bien inicialmente fue puesta en duda (ver más adelante la sección sobre evidencias empíricas), en la actualidad no parece ser discutida. Sin embargo, los modelos se diferencian en cuanto a cuál es la variable responsable del buen rendimiento con unos estímulos frente a otros. Así, los modelos existentes se pueden clasificar entre los que consideran que estos efectos reflejan directamente la organización categorial de las representaciones semánticas en el sistema cognitivo y a nivel cerebral (e.g., Shelton y Caramazza, 2001; Caramazza et al., 1990) (ver figura 2a), mientras que otros (ver figura 2b) sugieren que los efectos específicos de categorías simplemente reflejan el diferente peso que variables de tipo perceptivo juegan en diferentes niveles de procesamiento (e.g., Warrington y Shallice, 1984; Farah, 1990; Farah y McClelland, 1991; Moss, Tyler y Devlin, 2002; McCarthy y Warrington, 1994). A continuación describimos los modelos con algo más de detalle.

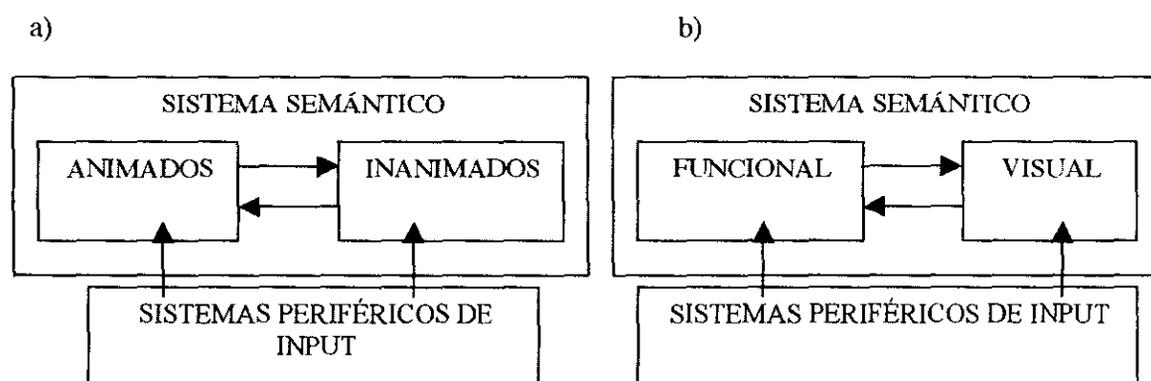


Figura 2. Hipótesis sobre la organización interna del sistema semántico: a) Organización según categorías semánticas (e.g., Caramazza, et al., 1990); b) Organización según las características perceptivas (e.g., Farah, 1991).

IV.1. CONOCIMIENTO SEMÁNTICO ESPECÍFICO DE DOMINIO

Shelton y Caramazza (2001) han argumentado que los déficits específicos de categoría representan la organización categorial del conocimiento semántico en el cerebro. Así, los conceptos del mundo estarían organizados de acuerdo con categorías o dominios específicos que habrían sido creados por presiones evolutivas. Los trastornos surgen por daños selectivos en representaciones específicas de dominio para el conocimiento sobre cada clase de estímulos. Esto

puede explicar por qué los déficits pueden surgir para categorías como las de frutas y vegetales pero no necesariamente para animales, o al revés.

IV.2. *EL ENFOQUE SENSORIO-FUNCIONAL*

La diferencia con el anterior enfoque es que los trastornos específicos de categoría no reflejan la representación modular del conocimiento sobre diferentes categorías, sino más bien diferencias en los tipos particulares de información de los que los seres vivos y los inertes dependen para su reconocimiento y denominación. Es decir, según Warrington y Shallice (1984), los trastornos específicos de categoría no son realmente específicos de categoría, surgen por el hecho de que el acceso al significado de los ítems animados e inanimados se apoya diferencialmente en rasgos visuales y funcionales, respectivamente. Según se dañen estas áreas de representación semántica, las disociaciones entre categorías 'caerán' dependiendo del apoyo de los ítems en diferentes tipos de información.

Esta idea la hacen más explícita McCarthy y Warrington (1994) al plantear la existencia de un único sistema semántico organizado no por la naturaleza semántica de esta distinción sino por la importancia diferencial de las características perceptivas de los objetos en el proceso de reconocimiento. Para la identificación intracategorial de los objetos animados la información pertinente estaría relacionada con las características físicas concretas (una naranja se diferencia del limón en su color) mientras que la identificación de los objetos inanimados dependería de información funcional (un cuchillo y un destornillador se diferencian fundamentalmente por su función). Esta hipótesis se ve reforzada por la evidencia de que en algunos de los casos estudiados algunos objetos inanimados también aparecían lesionados, objetos que parecen definirse mejor por su forma que por su función (instrumentos musicales). De esta forma, el conocimiento almacenado no está organizado categóricamente sino más bien organizado en términos de 'propiedades asociadas con' y que permiten diferenciar entre objetos particulares.

En definitiva, las lesiones neurológicas pueden afectar a algunas categorías de objetos más que a otras debido a las variantes de relevancia en torno a las diferentes propiedades para la identificación de objetos.

IV.3. *SEMÁNTICA DISTRIBUIDA*

Se puede defender también la existencia de una verdadera organización semántica, por ejemplo, una en la que las categorías dependieran del número de rasgos compartidos entre los conceptos (Devlin, Gonnerman, Andersen y Seidenberg, 1998). Algunos análisis han sugerido que los objetos animados

comparten más propiedades con los objetos de su misma categoría que con los objetos inanimados, lo que daría lugar al establecimiento de agrupaciones semánticas. Una hipótesis similar ha sido sugerida por Caramazza, en su “modelo de la organización del contenido unitario” (Caramazza, Hillis, Rapp y Romani, 1990). Este autor propone una visión espacial del sistema semántico en la que los conceptos están organizados en áreas en función de los rasgos que comparten, de forma que las lesiones específicas de categoría surgen por la alteración de diferentes partes de este espacio (ver figura 2a). El problema del modelo es que la explicación de las alteraciones de ciertas propiedades de los objetos se puede hacer de forma *ad hoc* para cada alteración. Es decir, podemos considerar que los animales deben estar juntos porque comparten características, pero algunos de estos animales también deben estar relacionados con las herramientas que asociamos a los animales de granja, o con las armas con las que asociamos los animales peligrosos, de forma que una lesión del conocimiento sobre los animales y ciertas herramientas podría explicarse así. Aunque el modelo coincide con nuestras intuiciones su falta de definición constituye su peor enemigo.

Siguiendo un poco la filosofía del modelo anterior, en cuanto a la importancia de las diferencias estímulares entre las diferentes categorías semánticas, Moss, Tyler y Devlin (2002) han sugerido que los seres vivos e inertes se distinguen por las correlaciones entre sus rasgos perceptivos y funcionales más que por el número de rasgos perceptivos o sensoriales asociados:

- los seres vivos normalmente tienen rasgos perceptivos intercorrelacionados, compartidos por los miembros de una categoría, que están asociados con funciones biológicas comunes (respirar, comer, reproducirse). Los rasgos perceptuales distintivos no están asociados con la función de los objetos (e.g., las rayas de un tigre).
- los seres inertes tienen rasgos perceptivos distintivos que correlacionan con su función

En consecuencia, estos autores proponen que estas diferentes relaciones entre propiedades perceptivas/sensoriales y funcionales de los objetos darían lugar a los patrones de déficit categoriales observados. Pero más que sugerir que el conocimiento semántico está organizado en base a categorías específicas de dominio o conocimiento sensorial *vs.* funcional, estos investigadores abogan por un sistema semántico distribuido sin diferenciación en términos de categorías o rasgos de propiedad.

IV.4. LA TEORÍA INTERACTIVA JERÁRQUICA (HIT)

Constituye el modelo más detallado de los existentes hasta ahora. Humphreys y Forde (2001) proponen un modelo del reconocimiento de objetos en el que la información es transmitida en cascada a través de una jerarquía de estadios de procesamiento –desde el sistema de descripción estructural a través de las representaciones semánticas, codificando propiedades adicionales de objetos (e.g., sus atributos funcionales), hasta los nombres. Los autores defienden que los efectos de similitud (mayor lentitud para reconocer ítems que tienen parecido con muchos otros objetos que para aquellos que tienen parecido con pocos) son transmitidos a través de una serie jerárquica de estadios de procesamiento, en los que se van reclutando formas adicionales de información interactivamente para diferenciar entre competidores. El modelo que posee una estructura similar al descrito en la figura 1b, serviría tanto para explicar los efectos específicos de categoría como los efectos específicos de modalidad. A diferencia de lo propuesto por los otros modelos, los efectos se explicarían por dificultades en diferentes niveles de procesamiento, así:

- Un déficit en los procesos perceptivos podría exacerbar la habitual ventaja para ejemplares estructuralmente disimilares más que para ejemplares estructuralmente similares, de modo que un paciente generalmente encontraría más difícil identificar seres vivos (que se parecen mucho entre sí) que seres inertes (que se parecen menos entre sí).
- Una lesión en el sistema de descripción estructural, (dispositivo en el que se almacenan las representaciones sobre la forma de los objetos) también podría llevar a problemas con ítems estructuralmente similares, ya que esto incrementaría la superposición dentro de una vecindad definida visualmente.
- En ambos casos el déficit puede ser más severo en denominación de objetos que en otras tareas, ya que la denominación de objetos en particular requiere individuación de una respuesta a un único ítem. En efecto, un problema en el acceso a conocimiento visual sobre un estímulo puede enmascarse como un problema en recuperación de nombre para seres vivos.
- A diferencia de pacientes con déficit en el acceso al conocimiento estructural, un déficit en el nivel semántico afectaría más a seres inertes, puesto que dependen en mayor medida de los rasgos funcionales para su identificación.

Humphreys y Forde (2001) no descartan incluso que la información semántica esté organizada categóricamente, de modo que el daño pueda afectar

a dominios específicos de animales y menos a los de frutas y vegetales. Sin embargo, los pacientes con déficits semánticos pueden ser diferenciados de otros con daños en procesos tempranos porque los déficits afectan tanto a la recuperación de propiedades funcionales como a la de propiedades perceptivas/sensoriales de estímulos (e.g., además de tener cuernos, una vaca también produce leche).

Los problemas específicos de modalidad son también cubiertos por este modelo y ocurrirían según este modelo a pesar de que dispongamos de un único sistema semántico que es alcanzado desde diferentes modalidades. Así, el déficit específico en la modalidad visual se explicaría por un problema pre-semántico sutil, en procesos visuales, de forma que aunque el sujeto pueda tener el conocimiento sobre las propiedades funcionales de los estímulos intacto, pueden no ser capaces de acceder a él desde un input visual, pero sí desde uno verbal.

V. EVIDENCIAS EXPERIMENTALES EN RELACIÓN CON LOS EFECTOS ESPECÍFICOS DE CATEGORÍA

Desde la neurociencia, la investigación sobre la organización del sistema semántico en distintas categorías es relativamente numerosa. Con el objetivo de discernir entre los distintos modelos propuestos se ha estudiado la cuestión desde tres metodologías diferentes: el estudio de pacientes, los estudios de neuroimagen y la simulación computacional. Los estudios de pacientes se han dirigido a buscar más casos que confirmen las disociaciones entre categorías y a cuestionar la presencia de efectos específicos de categoría considerándolos como un artificio provocado por la falta de control experimental de los materiales, concretamente en relación con la mayor similitud visual entre los objetos animados y en relación con la mayor familiaridad de los objetos inanimados. Por su parte, los estudios de neuroimagen se han dedicado a estudiar la existencia de distintos focos de activación cerebral durante el procesamiento de seres animados e inanimados. La modelización de déficits específicos de categoría tiene como objetivo evaluar la fiabilidad de los modelos, y ésta se determina no sólo por la capacidad para la simulación de la conducta de sujetos sanos, sino también por la capacidad para simular las disociaciones encontradas en los pacientes.

V.1. EVIDENCIAS A PARTIR DEL ESTUDIO DE SUJETOS CON LESIONES NEUROLÓGICAS

Múltiples casos de peor rendimiento con objetos animados que con objetos inanimados se han seguido publicando desde los estudios de Warrington y Shallice (1984) (ver McKenna y Warrington, 2000, para una revisión), sin

embargo, una sombra de duda se ha cernido sobre la distinción entre objetos animados e inanimados. El hallazgo de una disociación simple no constituye una prueba definitiva de la independencia de los sistemas de procesamiento, existen otras variables que podrían explicar el buen rendimiento frente a unos estímulos y el deficiente frente a otros. En el caso concreto que nos ocupa, varios argumentos se han utilizado, desde la diferente complejidad visual de las diferentes categorías y de los dibujos empleados (no siempre ha sido posible usar material verbal por causa de las lesiones asociadas que presentan algunos casos de disociación), pasando por el diferente nivel de experiencia que tenemos con unos objetos y otros.

Es decir, el mismo hallazgo de los efectos específicos de categoría ha sido puesto en duda por algunos autores, quienes han ofrecido explicaciones alternativas, que permiten seguir defendiendo una semántica categorialmente indiferenciada. Desde esta perspectiva, se ha argumentado que podría ocurrir que estos casos, en realidad, estuvieran siendo sensibles a una variable particular que caracteriza los estímulos de una categoría pero que no fuera propio de esta categoría. Las dos posibles variables subyacentes propuestas han sido superposición/complejidad visual y familiaridad, y las evaluamos a continuación.

V.1.1. *EXPLICACIÓN VISUAL DE LOS EFECTOS DE CATEGORÍA*

Desde esta explicación se sostiene que el trastorno que afecta a los sujetos con alteración específica de categoría no se produce en la semántica sino en el sistema de descripción estructural, allá donde se almacenan las propiedades visuales/estructurales de los objetos. Este problema sería específico de la modalidad del input, en este caso la visual (cfr., afasia óptica), y como las categorías de los ítems naturales (animados) tienden a tener mayores niveles de superposición perceptiva entre los ejemplares que las categorías de objetos de artefactos (inanimados), este déficit afectaría diferencialmente a la ejecución con ítems de categorías animadas. La tarea clave aquí es el test de decisión de objetos⁴ que ha sido utilizado como el test estándar de acceso a las descripciones estructurales (Riddoch y Humphreys, 1993). Si algún sujeto es capaz de realizar esta tarea sugiere que el procesamiento visual pre-semántico está intacto. Si, por el contrario, el paciente es incapaz de realizar esta tarea, puede surgir un aparente déficit semántico que sería específico de modalidad, pues solo se daría en la modalidad visual. Además, podría aparecer un déficit

4 En esta tarea se presentan al sujeto objetos conocidos y objetos irreales (formados a partir de objetos reales) y debe decidir cuales son reales y cuales no, lo que requiere tener la representación de los objetos reales en el almacén de descripciones estructurales.

específico de categoría porque el trastorno en las descripciones estructurales probablemente trastoque la realización con seres vivos (más parecidos entre sí) en comparación con la de seres inertes.

Sartori y Job (1988) ejemplifican un caso donde el trastorno del paciente se situaba en el nivel de las descripciones estructurales y en el que se producía un aparente déficit específico de las categorías de objetos animados. En esta línea, Colheart et al. (1998) han afirmado que las descripciones estructurales son utilizadas para: (i) reconocer visualmente objetos presentados; (ii) al responder preguntas sobre los atributos visuales de objetos; y también, posiblemente, (iii) al dibujar. Esto hace difícil la distinción entre descripciones estructurales (utilizadas puramente para reconocimiento) y el conocimiento semántico visual. Pero, si las 'descripciones estructurales' forman parte del conocimiento semántico, entonces la explicación visual para los efectos específicos de categoría se traduce en lo siguiente: dentro de la semántica, las representaciones para los seres vivos tienden a tener niveles más altos de superposición entre ellos. Así, el daño general en las representaciones semánticas visuales afectarán selectivamente la realización en seres vivos. Aunque este enfoque de los trastornos no defiende que los ítems animados dependen mayoritariamente de rasgos visuales más que de funcionales para su significado, tal y como hacen otros modelos (ver Farah y McClelland, 1991), va paralelamente a la teoría funcional/sensorial en la que los déficit específicos de categoría no son genuinamente específicos de categoría sino más bien son consecuencia de la alteración de atributos visuales (la similitud /disimilitud visual).

En definitiva, independientemente de lo correcta que resulte ser la explicación visual de los efectos específicos de categoría, no cabe duda de que ha servido para poner de manifiesto la necesidad de controlar los niveles de superposición perceptiva de los ítems que se usan en las tareas. Obviamente, como tiende a haber mayor superposición visual con otros miembros en la categoría para seres vivos que en la de inertes, es preciso, pero a la vez difícil, controlar los ítems en esta variable.

V.1.2. *EXPLICACIÓN DE FAMILIARIDAD DE LOS EFECTOS DE CATEGORÍA*

El trabajo más claro sobre la responsabilidad de la familiaridad en la aparición de los efectos específicos de categoría se lo debemos a Funnell y Sheridan (1992). Estos autores evaluaron las características de familiaridad de la batería de dibujos de Snodgrass y Vanderwart (1980), la empleada habitualmente en los estudios de reconocimiento. Los resultados de su estudio indican que los dibujos de objetos animados incluidos en esta prueba eran menos familiares que los dibujos de objetos inanimados (vemos cucharas, tazas o pelotas todos los días, pero no tigres).

Consecuentemente, Funnell y Sheridan (1992) han sugerido que los efectos específicos de categoría podrían deberse a la diferente familiaridad de los ítems empleados en las tareas. La familiaridad facilita el reconocimiento, y dado que los seres vivos son generalmente de menor familiaridad que los inertes, esto podría explicar por qué en la mayoría de los casos de efectos específicos de categoría la alterada es la de seres vivos.

Con el objetivo de estudiar esta posibilidad reevaluaron a JBR, el paciente de Warrington y Shallice (1984), controlando la familiaridad de los estímulos. Encontraron que las diferencias en el reconocimiento de ambos estímulos desaparecían. Las disociaciones entre las categorías animado/inanimado encontradas en otros sujetos también se tornaron asociaciones cuando variables como la familiaridad, pero también la complejidad visual, la semejanza visual intracategoría, o el tipo de preguntas sobre el conocimiento de un tipo de objetos u otros, fueron controladas (e.g., Stewart, Parkin y Hunkin, 1992). La conclusión para estos autores es que si tenemos en cuenta la familiaridad, no existe una evidencia convincente para la organización de la memoria semántica en seres vivos e inertes.

Estas investigaciones han puesto de relieve lo importante que es controlar la frecuencia, la familiaridad y la complejidad visual cuando se investigan los efectos específicos de categoría. Sin embargo, no parece que la disociación entre el conocimiento de los objetos animados e inanimados haya sido fruto de artefactos experimentales en todos los casos inicialmente descritos. Veámoslo a continuación.

V.1.3. *EL HALLAZGO DE DISOCIACIONES DOBLES EN LOS EFECTOS ESPECÍFICOS DE CATEGORÍA*

Tras un férreo control estimular, algunos estudios siguen mostrando sujetos con un peor rendimiento para seres animados que para inanimados. Así lo indica, por ejemplo, el caso de EW (Shelton y Caramazza, 2001). A favor de esa disociación se muestran también los datos obtenidos en una nueva evaluación de JBR que realizaron Funnell y De Mornay (1997); en este caso observaron que cuando todos los estímulos eran altamente familiares el paciente obtenía un rendimiento similar con estímulos animados e inanimados. Sin embargo, cuando eran poco familiares, el rendimiento con estímulos animados era claramente peor que con objetos inanimados, surgiendo así una disociación. Parecidos resultados se encontraron cuando se le proporcionaba el nombre de los objetos y se le pedía una definición.

El hallazgo de la disociación contraria, preservación del reconocimiento de objetos animados (la supuestamente más difícil) junto a deterioro en el reconocimiento y denominación de inanimados (la supuestamente más fácil),

parece confirmar la existencia de sistemas semánticos separables, o cuando menos organizados categorialmente. CW, descrito por Saachet y Humphreys (1992), denominaba mejor los objetos animados que los inanimados a pesar de que los primeros fueran más complejos visualmente y menos familiares. Hillis y Caramazza (1991) mostraron con los casos de JJ y PS una doble disociación, el primero tenía problemas con la categoría animada pero no con la inanimada, PS mostraba el patrón contrario. Estos datos cuestionan una explicación del peor rendimiento en objetos animados como un efecto exclusivo de la dificultad de la tarea, abriendo de nuevo la posibilidad a la existencia de una organización semántica basada en los criterios señalados.

El hallazgo de un trastorno para seres inanimados es muy importante por un número de razones:

- a) Proporciona una doble disociación (Shallice, 1988) con el hallazgo más común de un déficit en seres vivos. Esto permite discutir sobre la organización funcional del sistema semántico.
- b) Proporciona más evidencia contra la afirmación de que los déficits específicos de categoría son todos atribuibles a algunas variables subyacentes (tales como familiaridad o superposición visual de ítems dentro de una categoría). Sin embargo, no excluye la posibilidad que ambos tipos de déficit específicos de categoría, al menos por diferentes razones, puedan reflejar simplemente los efectos de diferentes variables subyacentes (una posibilidad no considerada por muchos autores).
- c) Permite utilizar los mismos estímulos y tareas con personas con patrones opuestos de déficit. Nos debe ayudar a entender lo que tales déficits revelan sobre la organización del significado.

Tratando de verificar la superioridad del modelo HIT (ver más arriba), Humphreys y Riddoch (2003) han estudiado recientemente a tres grupos de pacientes: (i) pacientes con trastorno específico de modalidad en el acceso a conocimiento semántico desde la visión; (ii) pacientes con un déficit amodal en conocimiento semántico; (iii) y pacientes con problemas en la recuperación del nombre de los objetos.

Los datos a partir de la ejecución de estos pacientes en un amplio grupo de tareas muestran diferencias y similitudes entre los pacientes. En general, tal y como predice el modelo HIT, los pacientes con un déficit moderado en conocimiento perceptivo almacenado exhiben un déficit mayor en tareas de denominación que en tareas de clasificación semántica, lo que es explicado porque el conocimiento perceptivo/visual debe ser accedido con mayor claridad para una denominación correcta que para una adecuada clasificación semántica. También, las tareas con seres vivos se muestran como más difíciles que

las realizadas con objetos inertes para estos pacientes, puesto que existe una mayor superposición en las representaciones perceptuales y semánticas de los seres vivos que en las de los objetos inertes.

Aunque los pacientes del estudio mostraban daños en diferentes niveles de procesamiento de objetos, existía un número de efectos comunes. En tareas de denominación había efectos de similitud estructural y categoría para todos los pacientes, y en todos los pacientes se daba una tendencia a la interacción de estos factores. Desde el enfoque HIT se defiende que las alteraciones en el procesamiento visual (y los daños en el acceso a la información visual) tienen gran influencia en estadios subsecuentes de la denominación de objetos. Es una consecuencia natural de este enfoque que se deben esperar interacciones entre la similitud perceptual y semántica en tareas de discriminación, incluso aunque los pacientes tengan déficits en diferentes niveles de procesamiento. Esto, que es lo encontrado en el estudio de Humphreys y Riddoch (2003), sin embargo, no se sigue necesariamente de otros enfoques, que no subrayan la naturaleza del procesamiento de objetos además de la naturaleza de la representación de objetos. Por ejemplo, si los efectos de la superposición perceptiva son llevados a cabo a través de un nivel semántico, como propone HIT, entonces es la combinación de similitud semántica y perceptiva lo que haría la ejecución de los sujetos más difícil.

Este enfoque también acepta la idea de que los déficits específicos de categoría pueden surgir a partir del daño simultáneo en varios niveles de procesamiento. Como se ha señalado, es difícil explicar los diferentes patrones de déficit a través del grupo actual de pacientes, en los que muchos cometen errores en tareas perceptivas, si la única causa del trastorno específico de categoría fuera una pérdida del conocimiento semántico específico de dominio, puesto que en algunos de estos casos existe poca evidencia de alteración del conocimiento funcional a través de estimulación verbal. También es difícil dar cuenta de problemas en el conocimiento funcional en algunos pacientes, aludiendo simplemente a la existencia de pérdidas del conocimiento perceptivo-sensorial. Además, incluso en los casos donde existe una clara pérdida de conocimiento funcional, se ha encontrado también un trastorno para instrumentos musicales (los cuales no se caracterizan por su función sino por sus atributos físicos). El modelo HIT mantiene que para explicar estos casos hay que recurrir a más de una alteración, de forma que puede haber daños en el estadio pre-semántico así como en el semántico en cuanto a denominación de objetos, todo lo cual llevaría a un déficit de categoría específico para los seres vivos e instrumentos musicales, dado los relativamente altos niveles de similitud perceptual entre estos ítems.

Sin embargo, desde los enfoques que defienden una semántica distribuida, organizada categorialmente, las dobles disociaciones entre categorías se podrían

explicar en términos del grado de daño del sistema, pero a cambio no pueden explicar las disociaciones basadas en diferentes procesos de acceso (cfr: las alteraciones específicas de modalidad). Aún así, ¿cómo se explican desde una semántica distribuida los patrones de disociación dentro de categorías amplias de seres vivos e inertes, como las encontradas entre frutas y vegetales por un lado y animales por otro? Esta disociación parece más sencilla de explicar en términos de conocimiento semántico específico de dominio más que una simple pérdida de conocimiento sensorial/perceptivo o el efecto perjudicial de algún factor único (tal como similitud estructural) en la realización. Otros enfoques de déficits diferenciales dentro de los seres vivos enfatizan el papel de tipos particulares de conocimiento perceptivo, tales como el color, para la identificación de frutas y vegetales más que animales. De acuerdo con estos enfoques, los déficits en acceso al conocimiento del color pueden desbaratar selectivamente el reconocimiento de frutas y vegetales; mientras que la pérdida de otras formas de conocimiento perceptivo (forma, patrones de movimiento) puede generar dificultades con los animales.

V.3. EVIDENCIAS DE DÉFICITS ESPECÍFICOS DE CATEGORÍA DESDE EL MODELAMIENTO COMPUTACIONAL

Para contrastar los modelos teóricos desarrollados desde la psicología cognitiva, es habitual el desarrollo de modelos computacionales que permiten establecer predicciones sobre el comportamiento de los sujetos normales y, cuando son alterados computacionalmente, de los sujetos lesionados.

A partir de un enfoque de semántica no distribuido en categorías, Devlin et al. (1998) describen un modelo de déficits específicos de categoría observados en personas con la enfermedad de Alzheimer. Este modelo muestra que, así como la doble disociación entre seres animados e inanimados resulta cuando se produce un daño diferencial bien en el sistema de rasgos perceptivos bien el de funcionales, el daño difuso progresivo puede también producir déficits específicos de categoría. Utilizando un daño diseñado para mimetizar las características de la enfermedad de Alzheimer mostraron que en muchas de sus simulaciones se da un tipo de doble disociación cronológica (a medida que el deterioro avanzaba se podía pasar de una disociación a otra). Estas disociaciones no reflejan ninguna modularidad dentro del sistema semántico sino más bien una diferencia en el patrón de distinciones y co-ocurrencias de propiedades entre las diferentes categorías semánticas.

French y Mareschal (1998) sugieren otro modo en el que las diferencias en las representaciones subyacentes de seres vivos y artefactos pueden causar déficits específicos de categoría cuando se daña un almacén semántico unitario. Afirman que las categorías difieren en su variabilidad y que esto las hace diferir

en su vulnerabilidad al daño. Simularon una red autoasociadora que aprendía veinte patrones que representaban los atributos físicos de sillas y veinte que representaban diferentes mariposas. Observaron que las representaciones de las sillas eran más variables que las de las mariposas. Esto hace que las representaciones de unidades ocultas de las mariposas sean más compactas y, de ahí, más fáciles de ser afectadas por un daño al azar en la red. En efecto esto fue lo que encontraron, en la mayoría de las simulaciones existía un déficit en animales y, sin embargo, en un 10% de las simulaciones casos se encontró la disociación inversa.

Zorzi, Perry, Ziegler y Coltheart (1999) afirman que la base de la organización de categorías semánticas en el cerebro reside en un nivel de 'lemma' abstracto. Este es entonces mapeado en otros niveles de conocimiento tales como rasgos visuales o fonología. Modelan el nivel lemma como un mapa 'auto-organizado' organizado topográficamente. Este es un tipo de red neuronal que puede agrupar espontáneamente objetos similares sin ningún tipo de supervisión externa. Si los objetos están descritos como poseyendo o no una variedad de rasgos, entonces se puede visualizar un mapa autoorganizador como un espacio bidimensional colapsado que preserva la importancia de la organización categórica de los objetos. Los objetos similares se agrupan en grupos que corresponden a categorías. Zorzi y cols. modelan los déficits específicos de categoría dañando algunos de los nodos en el mapa. Esto producía déficits específicos de categoría claros y de diferentes tipos en función de qué nodos fueran dañados. En definitiva sus resultados muestran cómo las lesiones focales pueden causar déficits específicos de categoría eliminando información importante sobre una categoría que ha sido representada localmente en un mapa semántico.

Farah y McClelland (1991) han desarrollado otro modelo capaz de mostrar una simulación de ordenador de la doble disociación básica entre déficits para seres vivos e inertes, a partir del supuesto de que estos estímulos difieren en términos del número de atributos sensoriales/perceptivos y funcionales por los que son definidos. Sin embargo, el modelo no es capaz de simular la existencia de diferentes patrones de trastornos con animales, por un lado, y frutas y vegetales por otro lado. Además, en el caso de daño en conocimiento sobre propiedades funcionales, algunos pacientes con problemas para los seres vivos son pésimos al responder tanto sobre propiedades funcionales como sobre las propiedades perceptivas, lo que, sin embargo, no es bien simulado por el modelo.

La capacidad de algunos de los modelos para simular los efectos específicos de categoría es clara. Sin embargo, esto no deja de ser una mera consecuencia de la potencia del aparato matemático que son las redes conexionistas. Los modelos conexionistas deben ser sometidos a restricciones de tipo teórico en cuanto a las características de su arquitectura y es aquí, cuando se aplican

las restricciones, véase el modelo de Farah y McClelland (1991), cuando los modelos se encuentran con mayores problemas.

A pesar del éxito de muchos de estos modelos conexionistas, siguen quedando varias dudas sin resolver por parte de estos sistemas: (i) ¿son los déficits específicos de categoría debidos a daños en los sistemas de cerebro específicos de modalidad o en los sistemas semánticos unitarios o ambos?; (ii) ¿cómo difieren exactamente el daño en un sistema natural y otro artificial y cómo se manifiesta en déficits semánticos?; (iii) ¿cuál es el rango de diferencias individuales en respuesta a diferentes categorías de daño? (iv) ¿bajo qué condiciones se encuentran los déficits de artefactos?

V.4. EVIDENCIAS A PARTIR DE ESTUDIOS DE NEUROIMAGEN

A través de los estudios de neuroimagen, de localización de la actividad cerebral, ha tratado de explorarse también hasta qué punto son reales los efectos específicos de categoría y qué modelo representa mejor la división categorial del sistema semántico. Los datos muestran que cuando se identifican herramientas existe activación en la región posterior del giro temporal medio y regiones frontales inferiores del hemisferio izquierdo. Esto es consistente con asociaciones relacionadas con la acción que son importantes para estos ítems, ya que regiones similares se activan cuando las palabras de acción deben ser recuperadas. Por el contrario, regiones del córtex extraestriado, córtex temporo-occipital ventral y córtex temporal anterior han sido selectivamente activados para seres vivos. Al menos alguna de estas últimas regiones están ligadas al procesamiento visual de alto nivel, sugiriendo que la recuperación de conocimiento perceptivo/visual puede jugar un papel importante en la identificación de los seres vivos.

Moore y Price (1999; Devlin et al., 2002) proponen que la activación basada en categoría “verdadera” para los seres vivos se encuentra sólo dentro del córtex temporal anterior, y está asociado con la recuperación de conocimiento semántico más que con la recuperación de conocimiento perceptivo/visual. Sin embargo, no queda claro si esta activación está ligada a conocimiento semántico específico de dominio o a la mayor necesidad de integrar información perceptiva con otras formas de información cuando los seres vivos son identificados (lo que sería consistente con el fuerte peso de información perceptiva para los seres vivos). En cualquier caso, esta evidencia de las imágenes, en las que se activan áreas diferentes durante el procesamiento de los seres animados vs. inanimados, es consistente con los datos neuropsicológicos procedentes del estudio de pacientes.

Gerlach et al. (1999) han encontrado que existía activación creciente en el córtex temporal inferior posterior (particularmente en el hemisferio derecho) cuando los participantes llevaban a cabo tareas de decisión de objetos de difícil

a fácil. Por otra parte, Moore y Price (1999) informaban de activación creciente en áreas similares cuando los participantes identificaban dibujos de líneas en relación a dibujos coloreados de seres vivos. Se presume que los dibujos coloreados requieren un procesamiento visual menos extenso para ser identificados, y que la tarea de decisión de objetos fácil es también un procesamiento visual menos extenso para acceder al conocimiento perceptivo almacenado (en relación con cuando los no objetos son más similares a los objetos reales lo que convierte la tarea en más difícil). Se sigue que existe un reclutamiento creciente de regiones en el lóbulo temporal posterior bajo condiciones donde los estímulos competidores tienen que ser diferenciados para acceder al conocimiento perceptivo almacenado. Conductualmente, los seres vivos parecen requerir mayores demandas en diferenciación perceptiva que los seres inertes, de tal modo que el daño en los procesos (y las regiones neuronales que los soportan) de diferenciación perceptiva de representaciones de objeto podrían generar una forma adicional de daño específico de categoría. Este trastorno sería más aparente en tareas que enfatizan la diferenciación perceptiva, tales como realizar decisiones de objeto entre estímulos dibujados de la misma, categorías estructuralmente similares, y denominación de objetos.

También se han hallado problemas en diferenciación perceptiva y en acceso semántico, que emergían incluso con lesiones del hemisferio izquierdo unilaterales. De esto se sigue que, aunque los estudios de imágenes demuestran que la activación puede ser pronunciada en el hemisferio derecho, esto no parece suficiente para el acceso a conocimiento semántico o perceptivo/visual. Los datos de lesión sugieren que alguna activación de las estructuras del hemisferio izquierdo son necesarias para individualizar objetos a estos diferentes niveles.

Aunque existen disparidades a través de estos estudios, existe evidencia de una mayor activación del córtex temporal medio izquierdo y el córtex frontal inferior cuando se denominan herramientas (Price y Friston, 2002). Por el contrario, los seres vivos generan una activación creciente en regiones del córtex extra-estriado y el córtex temporo-occipital ventral con el procesamiento de propiedades visuales y estructurales de objetos y también en los lóbulos temporales anteriores (Devlin et al., 2002). Estos datos sugieren que puede existir alguna especialización regional en el procesamiento de objetos que subraya el déficit específico de categoría que surge en los pacientes.

VI. CONCLUSIÓN

En la actualidad, las dobles disociaciones encontradas por la neuropsicología cognitiva sugieren la distinción en nuestro sistema semántico entre los objetos animados e inanimados, en contra de una organización general de los conceptos. Sin embargo, la verdadera naturaleza del origen de esta distinción

permanece aún sin aclarar. A partir de esta separación de conocimientos las interpretaciones son diversas.

Como hemos señalado más arriba, algunos autores han sugerido que la variable responsable de la categorización es la relevancia de las propiedades visuales *vs.* funcionales en la posterior distinción intracategoría de los conceptos (e.g., Farah, 1991; Warrington y Shallice, 1984) (ver figura 2.b). Sin embargo, el hallazgo de sujetos con alteraciones específicas de categoría que no responden exactamente a la distinción visual *vs.* funcional debilita esta visión. En contra de la distinción categorial basada en las propiedades visuales *vs.* funcionales de los estímulos, existen algunas evidencias: objetos que se suponen definidos principalmente por sus características visuales, frutas o instrumentos musicales, no siempre aparecen lesionadas en los sujetos con problemas en las categorías de estímulos inanimados. En consecuencia, la predicción de algunos autores de que el sistema semántico se organiza a partir de las propiedades físicas del input parece no sostenerse.

Otra explicación de los efectos de categoría específica, y que supone una vuelta a los orígenes, es la de considerar que nuestro sistema semántico está realmente organizado en categorías como la de objeto animado *vs.* inanimado, pero teniendo en cuenta no sólo sus propiedades físicas y funcionales, sino otras características también, por ejemplo, acción requerida por el objeto o movimiento que caracteriza al mismo (ver McKenna y Warrington, 2000; Shelton y Caramazza, 2001).

A lo largo del presente artículo hemos realizado un repaso de los modelos sobre la organización semántica que se han desarrollado a partir del estudio de sujetos con lesiones cerebrales que muestran efectos específicos de modalidad y de categoría. Entre los modelos destaca por su detalle y amplitud para explicar los datos de sujetos con lesiones, por su capacidad para la simulación de las conductas de los sujetos y por su compatibilidad con los estudios de neuroimagen el modelo HIT.

A pesar de esto, es necesario señalar que en la actualidad no parece haber datos suficientes en relación con la organización exacta del o de los sistemas semánticos; aunque existe cierto apoyo a una organización del sistema semántico en categorías, desconocemos la variable que determina las mismas. Tampoco está del todo claro si deben postularse sistemas semánticos separados en función de la modalidad de la información entrante o saliente, o si las diferencias que surgen en relación al acceso diferencial del conocimiento en diferentes modalidades es fruto de las diferencias inherentes a la naturaleza de las tareas, por ejemplo, a su diferente complejidad. Las dificultades que la investigación neuropsicológico-cognitiva encuentra en este ámbito constituyen un reflejo de lo relativamente novedosa que es el estudio de esta cuestión (Patterson y Hodges, 2000) y de la indefinición de los modelos actuales sobre la naturaleza de las representaciones semánticas y su organización.

REFERENCIAS

- CARAMAZZA, A., HILLIS, A. E., RAPP, B. C. y ROMANI, C. (1990). The multiple semantics hypothesis: Multiple confusions? *Cognitive Neuropsychology*, 7, 161-190.
- COLHEART, M., INGLIS, L., CUPPLES, L., MICHIE, P., BATES, A., y BUDD, B. (1998). A semantic subsystem of visual attributes. *Neurocase* 4, 353-370.
- DEVLIN, J.T., GONNERMAN, L.M., ANDERSEN, E.S. y SEIDENBERG, M.S. (1998). Category-specific semantic deficits in focal and widespread brain damage: a computational account. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 10, 77-94.
- DEVLIN, J., RUSSELL, R.P., DAVIS, M.H., PRICE, C.J., MOSS, H.E., FADILI, M.J. y TYLER, L.K. (2002). Is there an anatomical basis for category-specificity? semantic memory studies in PET and fMR? *Neuropsychologia*, 40, 54-75.
- FARAH, M.J. (1991). Patterns of co-occurrence among the associative agnosias: Implications for visual object representation. *Cognitive Neuropsychology*, 8, 1-19.
- 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*, 120, 39-57.
- FRENCH, R. M. y MARESCHAL, D. (1998). Could Category-Specific Semantic Deficits Reflect Differences in the Distributions of Features Within a Unified Semantic Memory? En *Proceedings of the Twentieth Annual Cognitive Science Society Conference*. NJ:LEA. 374-379.
- FUNNELL, E. y DE MORNAY, P. (1997). JBR: a reassessment of concept familiarity and a category-specific disorder for living things. *Neurocase*, 2, 461-474.
- FUNNELL, E. y SHERIDAN, J. (1992). Categories of knowledge? Unfamiliar aspects of living and nonliving things. *Cognitive Neuropsychology*, 9, 35-53.
- GERLACH, C., LAW, I., GADE, A. y PAULSON, O. (1999). Perceptual differentiation and category effects in normal object recognition: A PET study. *Brain*, 122, 2159-2170.
- HILLIS, A.E. y CARAMAZZA, A. (1991). Mechanisms for accessing lexical representations for output: Evidence for category-specific semantic deficit. *Brain & Language* 40, 106-44.
- HUMPHREYS, G.W. y RIDDOCH, M.J. (1987). *To see but not to see: A case of visual agnosia*. London: LEA.
- HUMPHREYS, G.W. y RIDDOCH, M.J. (2003) A case series analyses of "category-specific" deficits of living things: The HIT account. *Cognitive Neuropsychology* 20, 263-306.

- HUMPHREYS, G.H. y FORDE, E.M.E (2001). Category-specific deficits: A review and presentation of the Hierarchical Interactive Theory (HIT). *Behavioral and Brain Sciences*, 24, 453-509.
- HUMPHREYS, G.W., y RIDDOCH, M.J., (Eds.) (1987). *Visual object processing: A cognitive neuropsychological approach*. Hove, UK: Lawrence Erlbaum Associates Ltd.
- MARSHALL, J. C. (1988). Sensation and semantics. *Nature*, 334, 378.
- MCCARTHY, R.A. y WARRINGTON, E.K. (1988). Evidence for modality specific meaning systems in the brain. *Nature*, 334, 428-430.
- MCCARTHY, R. A. y WARRINGTON, E. K. (1990). *Cognitive Neuropsychology. A Clinical Introduction*. San Diego: Academic Press.
- MCCARTHY, R. A. y WARRINGTON, E. K. (1994). Disorders of semantic memory. *Philosophical transactions of the Royal Society of London*, 346, 89-96.
- MCKENNA, P., y WARRINGTON, E.K. (2000). The neuropsychology of semantic memory. En L.S. Cermak (Ed.). *Memory and its disorders* (pp. 355-382). Amsterdam: Elsevier.
- MOORE, C.J. y PRICE, C.J. (1999). A functional neuroimaging study of the variables that generate category-specific object processing differences, *Brain*, 122, 943-962.
- MOSS, H.E., TYLER, L.K. y DEVLIN, J.T. (2002). The emergence of category-specific deficits in a distributed semantic system. En E.M.E. Forde y G.W. Humphreys (eds.), *Category-specificity in brain and mind*, pp. 115-148. Hove, UK: Psychology Press.
- PAIVIO, A. (1978). Imagery, language, and semantic memory. *International Journal of Psycholinguistics*, 5 (2), 31-47.
- PATTERSON, K. E., y HODGES, J.R. (2000). Semantic dementia: one window on the structure and organisation of semantic memory. En L.S. Cermak (Ed.), *Memory and its disorders* (pp. 313-335). Amsterdam: Elsevier.
- PRICE, C.J. y FRISTON, K.J. (2002). Functional imaging studies of category specificity. En E.M.E. Forde y G.W. Humphreys (eds.), *Category-specificity in brain and mind*, pp. 427-448. Hove, UK: Psychology Press.
- RIDDOCH, M. J., HUMPHREYS, G. W., COLHEART, M., y FUNNELL, E. (1998). Semantic system or systems? Neuropsychological evidence re-examined. *Cognitive Neuropsychology* 5, 3-25.
- RIDDOCH, M. J., y HUMPHREYS, G. W. (1993). *Birmingham Object Recognition Battery*, Hove: Lawrence Erlbaum Associates.
- SAACHET, C. y HUMPHREYS, G. W. (1992). Calling a squirrel a squirrel but a canoe a wig wan: A category-specific deficit for artefactual objects and body parts. *Cognitive Neuropsychology* 9, 73-86.

- SARTORI, G. y JOB, R. (1988). The oyster with four legs: A neuropsychological study on the interaction of visual and semantic information. *Cognitive Neuropsychology* 22, 715-32.
- SHALLICE, T. (1988). *From Neuropsychology to Mental Structure*. Cambridge: Cambridge University Press.
- SHELTON, J.R., y CARAMAZZA, A. (2001). The organization of semantic memory. En B. Rapp (Ed.). *The handbook of cognitive neuropsychology* (pp. 423-444). Filadelfia: Psychology Press.
- SNODGRASS, J. G., y VANDERWART, M. (1980). A standardised set of 260 pictures: Norms for name agreement, image agreement, familiarity and visual complexity. *Journal of Experimental Psychology: Human Learning and Memory*, 6, 174-215.
- STEWART, F., PARKIN, A.J. y HUNKIN, N.M. (1992). Naming impairments following recovery from Herpes Simplex Encephalitis: Category-specific? *The Quarterly Journal of Experimental Psychology* 44A, 261-84.
- WARRINGTON, E. K., y SHALLICE, T. (1984). Category-specific semantic impairments. *Brain*, 107, 829-854.
- WARRINGTON, E.K. (1975). The selective impairment of semantic memory. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 27(4), 635-57.
- ZORZI, M., PERRY, C., ZIEGLER, J. y COLTHEART, M. (1999). Category-specific deficits in a self-organizing model of the lexical-semantic system. En: D. Heinke, G.W. Humphreys, y A. Olson (Eds.), *Connectionist models in cognitive neuroscience* (pp. 137-148). Londres: Springer-Verlag.