



LATERALIZACIÓN CEREBRAL Y RECONOCIMIENTO DE ESTÍMULOS VERBALES

J. J. ORTELLS; P. TUDELA
Universidad de Granada

Resumen

El presente artículo analiza el problema de la especialización hemisférica sobre el reconocimiento de estímulos verbales. En primer lugar, se expone la evidencia experimental más relevante obtenida tanto en los estudios clínicos como en los realizados en sujetos normales. En segundo lugar, se describen los principales modelos de especialización cerebral, en especial algunas teorías originadas en la psicofísica y en el procesamiento de la información. En tercer lugar, analizamos algunos estudios recientes que demuestran que el tipo de procesamiento realizado sobre los estímulos verbales (automático versus controlado) puede modificar los patrones de lateralización. Este factor debe ser objeto de un control más minucioso en la investigación sobre el reconocimiento de estímulos verbales lateralizados.

Abstract

The present article reviews the experimental literature on the recognition of lateralized verbal stimuli in relation to hemispheric specialization. First, the most relevant experimental results obtained from studies using both patients and normal subjects are examined. Second, the main theories about hemispheric asymmetry, specially those stemming from human information processing, are evaluated. Third, recent empirical findings showing that type of processing (automatic versus controlled) may modify the lateralization effects are described. The significance of this factor for future investigations is emphasized.

Introducción

La idea de que los hemisferios cerebrales son funcionalmente asimétricos y que el hemisferio izquierdo (HI) está especializado en la función lingüística comenzó a ser valorada a partir de la segunda mitad del siglo XIX, a raíz de las observaciones realizadas por autores como Broca y Wernicke en pacientes con lesiones cerebrales, los cuales mostraban déficits relacionados con la expresión y comprensión del lenguaje, pero sólo cuando la lesión se localizaba en el HI. No obstante, la investigación posterior ha dado lugar a numerosos resultados contradictorios y la naturaleza exacta de la especialización del HI en la función lingüística sigue siendo objeto de una importante controversia teórica. La mayoría de los modelos tradicionales de asimetrías hemisféricas se han planteado en términos dicotómicos. Algunos ponen énfasis en el tipo de estímulo que cada hemisferio es capaz de procesar. Éste es el caso de la dicotomía «verbal-visuoespacial» (por ejemplo, Ki-

mura, 1966), que asume que el HI está especializado en el análisis de estímulos verbales, mientras que el HD estaría más capacitado para procesar información visuoespacial. Por el contrario, otras teorías ponen mayor énfasis en el modo en que cada hemisferio procesa la información. Entre las diversas formulaciones propuestas destaca la dicotomía «analítico-holístico» (Bradshaw y Nettleton, 1981), que asume una especialización del HI en el análisis de configuraciones estímulares complejas en características discretas, mientras que el HD estaría especializado en el procesamiento de las propiedades globales (holísticas) de la información, realizando una especie de «gestalt significativa» (Hardyck, 1983).

La evidencia experimental obtenida en favor de todas estas teorías procede de dos clases de investigaciones: los estudios clínicos, que han empleado pacientes con algún tipo de alteración neurológica, y los estudios realizados en sujetos neurológicamente normales. Analizaremos a continuación las caracte-

rísticas y resultados más relevantes de ambos tipos de investigaciones, prestando especial interés a los experimentos realizados en sujetos normales.

Investigación experimental

1. Estudios clínicos

A) *Pacientes con lesiones cerebrales*

Estos estudios son los que han aportado un mayor número de pruebas en favor de la disociación verbal-visuoespacial. La mayoría de pacientes con daño en la región perisilviana del HI presentan déficits más o menos graves en sus habilidades verbales, lo que no ocurre cuando la lesión afecta a áreas similares del HD (Hardyck, 1983). Por su parte, los trastornos relacionados con la percepción espacial son más frecuentes cuando el daño se localiza en el HD.

Aunque la validez de esta aproximación ha ido aumentando con el desarrollo de técnicas que han permitido un conocimiento más preciso de la localización de la lesión (por ejemplo, tomografía axial computarizada, emisión de positrones), las conclusiones obtenidas han sido cuestionadas por diversas razones. Así, la observación de un determinado déficit conductual no garantiza que dicha función se localice exclusivamente en la estructura cerebral lesionada (Hellige, 1983), y aun en el caso de que una conducta no resulte afectada por el daño en una región cerebral, no podemos garantizar que esta estructura no se relacione en modo alguno con dicha conducta, ya que la lesión puede generar procesos compensatorios anómalos que supongan cierta reorganización cerebral, de modo que la tarea podría realizarse con una estrategia diferente e independiente del área dañada (Hardyck, 1983).

B) *Pacientes comisurotomizados*

La comisurotomía supone la sección parcial o total de las fibras del cuerpo caloso y ha sido utilizada con fines terapéuticos para reducir ataques epilépticos graves (Akelaitis, 1941). Estos pacientes «callosales» presentan lo que se conoce como el síndrome del «cerebro dividido» (*split-brain*), que se pone de manifiesto cuando la información se proyecta a un solo hemisferio. La sección del cuerpo caloso impide la transferencia interhemisférica de información (Myers y Sperry, 1953), por lo que este procedimiento permite estudiar el funcionamiento y capacidades de cada hemisferio por separado, sin necesidad de inferir la función de una estructura dañada en base a lo que el tejido intacto restante puede hacer (Zaidel, 1983).

Sin embargo, la validez de esta aproximación ha sido también cuestionada, ya que no existe ninguna garantía de que el patrón de lateralización observado en un paciente comisurotomizado sea idéntico al que ocurre en sujetos normales. La comunicación

interhemisférica puede suponer patrones complejos de interacción (por ejemplo, inhibitorios), por lo que las asimetrías encontradas en un sujeto normal podrían ser mucho mayores que las obtenidas en pacientes callosales (Hellige, 1983). Además, estos pacientes suelen sufrir trastornos epilépticos graves, y probablemente anomalías neurológicas de distinto tipo y grado que han podido generar patrones atípicos de lateralización cerebral, lo que dificultaría aún más la generalización a individuos neurológicamente normales. Para evitar algunos de estos problemas, se han realizado investigaciones en pacientes individuales que realizan las tareas experimentales antes y después de ser comisurotomizados. En general, los resultados obtenidos en estos estudios son más consistentes con las teorías basadas en el modo diferencial de procesamiento de cada hemisferio (por ejemplo, analítico-holístico) que con la distinción verbal-visuoespacial. Así, aunque se confirma la superioridad del HI en los aspectos productivos del lenguaje, existen numerosas pruebas de que el HD es capaz de reconocer estímulos verbales y que el HI puede procesar en algún grado información visuoespacial (Sperry, 1982).

2. Estudios en sujetos normales

Esta aproximación supone una forma más indirecta de investigar la especialización cerebral, ya que en un cerebro intacto no es posible evaluar la actuación de cada hemisferio por separado, a diferencia de los estudios clínicos. No obstante, podemos valorar una serie de aspectos relacionados con la realización de distintas tareas, en función del hemisferio que recibe directamente la estimulación y que inicia su procesamiento. En la presente exposición limitaremos nuestro análisis a las tareas de lateralización perceptual realizadas en la modalidad visual, las cuales tienen en común las siguientes características:

1) Utilización de un punto de fijación (por ejemplo, un pequeño asterisco), que aparece normalmente en el centro de la pantalla durante cierto tiempo (por ejemplo, 500 mls) y sobre el que el sujeto debe fijar su mirada mientras permanezca presente.

2) Presentación de un estímulo (por ejemplo, una palabra) en uno u otro campo visual de forma aleatoria (presentación unilateral), o en ambos campos visuales (presentación bilateral), a una distancia del punto de fijación que oscila entre 1 y 20 grados de ángulo visual. El tiempo máximo de exposición del estímulo debe ser inferior a 200-250 mls para evitar la influencia de movimientos sacádicos, cuya latencia media se sitúa entre 180 y 250 mls (Manning, 1988). Distancia y tiempo de exposición son, por tanto, dos parámetros básicos cuyo control garantiza la presentación parafoveal del estímulo y, por consiguiente, su proyección a un solo hemisferio. Tiempos mayores de exposición aumentarían la probabilidad de que el sujeto moviera los ojos a dicha localización, por lo que la información sería transmitida a ambos hemisferios. Por otra parte, y

con el fin de garantizar la fijación de la mirada, creemos que es importante que el punto de fijación se mantenga presente hasta la desaparición del estímulo lateralizado y que las instrucciones pongan énfasis en el papel que desempeña la ausencia de movimientos oculares en la realización correcta de la tarea (Ortells, 1989).

3) El sujeto es instruido a dar algún tipo de respuesta verbal o manual al estímulo lateralizado y la variable dependiente suele ser alguna medida de velocidad (por ejemplo, tiempo de reacción) y/o de precisión (por ejemplo, porcentaje de errores). La idea básica es que la obtención de un patrón asimétrico de respuestas en favor de uno u otro campo visual reflejaría la existencia de diferencias hemisféricas en el procesamiento del estímulo.

4) Con el fin de controlar la homogeneidad de los sujetos en el grado de lateralización, se seleccionan aquellos que hayan obtenido puntuaciones similares en pruebas estandarizadas de dominancia manual o visual (por ejemplo, Bryden, 1977), ya que existe evidencia experimental de que los patrones de organización cerebral difieren entre sujetos diestros y zurdos (por ejemplo, Tapley y Bryden, 1985).

En este tipo de investigaciones, la evidencia de lateralización cerebral más consistente se obtiene en tareas en las que el sujeto debe nombrar (*naming*) palabras presentadas aleatoriamente en uno u otro campo visual, siendo la respuesta más rápida y precisa cuando éstas aparecen en el campo visual derecho (CVD). Estos datos suelen ser interpretados como una evidencia de la dicotomía verbal-visuoespacial y de la especialización del HI en la función lingüística. Sin embargo, en este tipo de tareas no es posible disociar los procesos productivos del lenguaje de aquellos relacionados con el reconocimiento de los estímulos verbales, lo que hace difícil averiguar si estos procesos se encuentran también lateralizados.

Para solucionar este problema se han diseñado tareas donde se instruye al sujeto a responder de forma no verbal (por ejemplo, manual) a los estímulos. Entre ellas destaca la tarea de decisión léxica, en la que el sujeto debe discriminar entre palabras y pseudopalabras, las cuales tienen una estructura ortográfica y fonética similar a las palabras, pero sin significado alguno. El supuesto básico es que la respuesta correcta requiere el acceso al léxico almacenado en la memoria y, por consiguiente, esta tarea permite explorar más directamente asimetrías hemisféricas en los procesos de reconocimiento o acceso léxico.

En general, los estudios de decisión léxica y otros similares (por ejemplo, tareas de categorización semántica) han dado lugar a resultados menos consistentes que los de las tareas de *naming*. Así, los patrones de lateralización en favor del CVD pueden ser reducidos o eliminados como consecuencia de la manipulación de diversos aspectos relacionados con la tarea (por ejemplo, tipo de instrucciones, tiempo de exposición), y con frecuencia se han encontrado datos contradictorios en tareas similares. Por ejemplo, algunos autores han demostrado que

el tipo de palabra utilizada (concreta *versus* abstracta) puede disminuir o eliminar la ventaja del CVD en la decisión léxica (por ejemplo, Bub y Levine, 1988), mientras que otros estudios han encontrado una ventaja consistente del CVD con independencia del tipo de palabra empleada (por ejemplo, McMullen y Bryden, 1987).

Sin embargo, y a pesar de la falta de consistencia de algunos de los resultados obtenidos, la mayoría de los autores piensan que los efectos de lateralización reflejarían, al menos en parte, asimetrías en la función cerebral, ya que los déficits mostrados por pacientes hemisferectomizados y comisurotomizados son difíciles de interpretar de otra forma. En este sentido, se han propuesto diversos modelos de las asimetrías perceptuales.

Modelos de asimetrías perceptuales

Siguiendo a Moscovitch (1986), podemos clasificar estos modelos en dos grupos: modelos aferentes (o estructurales) y eferentes (o dinámicos).

La teoría de acceso directo formulada por Doreen Kimura (1961) es, sin duda, el modelo aferente más representativo. Según esta teoría, cada hemisferio está especializado de forma absoluta para procesar distintos tipos de información (verbal el HI y no verbal el HD) y las asimetrías perceptuales se deben a que el hemisferio especializado tendría un acceso más directo a los estímulos presentados en el área sensorial contralateral. Así, la información enviada al hemisferio no especializado debe ser transmitida a través de las comisuras cerebrales al hemisferio especializado, lo que tendría efectos perjudiciales sobre la calidad del trazo y/o el tiempo disponible para procesar dicha información. Por consiguiente, el *input* presentado en el área contralateral al hemisferio no especializado daría lugar a respuestas de mayor latencia y/o con un mayor número de errores.

Sin embargo, las predicciones fundamentales de este modelo han sido cuestionadas. En primer lugar, y a excepción de los aspectos productivos del lenguaje, la investigación ha aportado pocas pruebas en favor de la especialización absoluta de funciones. Por otra parte, se han encontrado diferencias en los patrones de asimetrías muy superiores a las que produciría el tiempo de transmisión interhemisférica (TTI) y diversos experimentos de tarea dual han obtenido resultados claramente contradictorios con el modelo. En este sentido destaca la investigación realizada por Friedman y cols. (1982), los cuales formularon la siguiente hipótesis: si el TTI es el único factor responsable de las asimetrías perceptuales, los estímulos verbales localizados en el CVI deben producir respuestas más rápidas y/o seguras en condiciones de tarea simple que cuando se realiza simultáneamente una tarea verbal secundaria (por ejemplo, recordar palabras), que según el modelo de acceso directo requiere exclusivamente de los recursos del HI. Sin embargo, los resultados muestra-

ron que la tarea dual produjo un rendimiento significativamente inferior a la tarea simple, únicamente cuando los estímulos verbales se presentaban en el CVD.

Este tipo de resultados ha dado lugar a la formulación de modelos aferentes alternativos que consideran las diferencias hemisféricas en términos relativos más que absolutos. Así, el hemisferio que reciba el estímulo podría iniciar el procesamiento del mismo, aunque lo haría de forma diferente y/o con distintos niveles de eficacia. Aunque la investigación experimental ha aportado resultados más coherentes con la especialización hemisférica relativa de funciones, los modelos de eficiencia presentan también algunas limitaciones. En primer lugar, han sido utilizados con frecuencia como un recurso explicativo por defecto, aplicable a aquellos casos donde la interpretación en términos de TTI resulta insuficiente. Por otra parte, los supuestos básicos defendidos por este modelo son ambiguos y difíciles de operacionalizar. ¿Cómo describir las diferencias hemisféricas en la eficiencia de procesamiento: son sólo de grado o más bien se trata de diferencias cualitativas? Por último, aunque los modelos de eficiencia son más flexibles que los de acceso directo y pueden integrar un mayor número de resultados discrepantes, ninguno de los modelos aferentes puede explicar la variabilidad inter e intraindividual de los patrones de lateralización obtenidos en distintas tareas (Hellige y Wong, 1983).

Con el fin de explicar estas fluctuaciones en las asimetrías perceptuales, se han desarrollado modelos «referentes» que asumen la existencia de mecanismos moduladores que ejercerían un control de «arriba-abajo» (*top-down*) sobre el procesamiento de la información lateralizada. En este sentido, destaca el modelo de «activación selectiva» propuesto por Marcel Kinsbourne (1970, 1982), cuyo supuesto básico es que las características de la tarea (por ejemplo, tipo de estímulos) o las expectativas inducidas en el sujeto producirían un mayor grado de activación en uno de los hemisferios (por ejemplo, HI), generándose un gradiente atencional a través del espacio sensorial contralateral (por ejemplo, CVD). En consecuencia, los estímulos presentados en dicha localización serán analizados con mayor velocidad y/o precisión, aunque éstos no sean procesados normalmente por dicho hemisferio o no produzcan efectos de lateralización en circunstancias normales.

Entre los diversos paradigmas experimentales utilizados para verificar este modelo destaca el de «tarea-dual», en el que los sujetos realizan una tarea primaria (por ejemplo, identificar estímulos presentados en el CVD o CVI) y una tarea secundaria simultánea (por ejemplo, retener dígitos en la memoria) que se supone lateralizada. Se espera que esta última tarea produzca una activación hemisférica diferencial y, por tanto, un efecto de asimetría en la tarea primaria en favor del área sensorial contralateral al hemisferio activado. Sin embargo, la investigación desarrollada para verificar el modelo de activación selectiva ha dado lugar a algunos resultados

contradictorios. Así, se ha demostrado que la tarea secundaria puede llegar a interferir (en vez de facilitar) con el procesamiento de los estímulos contralaterales al hemisferio supuestamente más activado (por ejemplo, Hellige y Cox, 1976).

En un intento por explicar la evidencia contradictoria, Kinsbourne y Hicks (1978) propusieron el principio de la «distancia cerebral funcional», según el cual la cantidad de interferencia producida entre dos tareas concurrentes estará en función de la distancia espacial y el grado de interconexión existente entre las áreas cerebrales activadas por dichas tareas

(a mayor proximidad, mayor interferencia). En general, es más probable que dos áreas del mismo hemisferio estén mejor conectadas que si se encuentran en distintos hemisferios, por lo que aquellas tareas que compitan por los procesos de un mismo hemisferio generarán una mayor cantidad de interferencia. Sólo cuando las demandas atencionales requeridas por la tarea secundaria sean bajas, se espera que la activación hemisférica facilite el procesamiento de los estímulos contralaterales en la tarea primaria. Aunque este modelo tiene un mayor valor explicativo, su poder predictivo es menor, ya que es difícil establecer a priori la cantidad de recursos atencionales demandados por una tarea y, por tanto, no es fácil predecir si se producirán efectos de facilitación o interferencia.

En cualquier caso, y a pesar de las críticas que ha recibido el concepto de activación selectiva propuesto por Kinsbourne, algunos autores siguen defendiendo la existencia de factores «dinámicos» que puedan explicar la variabilidad de los efectos de lateralización.

En la actualidad existe amplia evidencia comportamental y neurofisiológica que ha demostrado la influencia de la atención espacial en el procesamiento de estímulos visuales, en ausencia de movimientos oculares (por ejemplo, Posner, Snyder y Davidson, 1980). Por esta razón, se ha sugerido que la obtención de distintos patrones de asimetrías, incluso en sujetos pertenecientes a conjuntos relativamente homogéneos (por ejemplo, sujetos diestros), podría reflejar diferencias en aspectos relacionados con la orientación de la atención, más que diferencias en el grado de especialización hemisférica (Hellige y Wong, 1983). Diversos estudios recientes han obtenido evidencia en favor de esta hipótesis, demostrando que la atención espacial puede influir en los patrones de lateralización perceptual (por ejemplo, Schwartz y Kirsner, 1982; Lambert, Beard y Thompson, 1988). En dos experimentos realizados en nuestro laboratorio (Ortells, 1989), en los que empleamos un paradigma de «costes y beneficios» en una tarea de decisión léxica, encontramos que las respuestas de decisión léxica ante las palabras eran más rápidas y precisas cuando éstas se presentaban en el CVD, en especial en los ensayos en los que no se proporcionaba información previa sobre la localización de la palabra (ensayos «neutrales»). Sin embargo, este efecto de lateralización se reducía significativamente cuando el sujeto podía anticipar la

localización del estímulo relevante (ensayos «válidos»). Además, en los dos experimentos encontramos beneficios atencionales significativamente superiores cuando la palabra aparecía en el CVI. Estos resultados demuestran, al igual que otras investigaciones previas, que la atención espacial puede influir claramente en los patrones de asimetrías producidos por estímulos verbales lateralizados.

Lateralización cerebral y procesamiento de la información

La mayoría de los modelos de lateralización cerebral que hemos descrito se originaron en el contexto de la investigación clínica e intentaban interpretar los efectos de lateralización buscando principios unificadores, formulados en términos dicotómicos (por ejemplo, verbal-visuoespacial o analítico-holístico), que proporcionarían una taxonomía adecuada de las diferencias hemisféricas. Sin embargo, todos estos principios pueden considerarse como explicaciones teóricas poco elaboradas, excesivamente simplistas (por ejemplo, verbal-visuoespacial) o expresadas en términos difíciles de operacionalizar, como la dicotomía analítico-holístico, cuyo poder explicativo radica en su carácter *post hoc* (Hellige, 1983).

Recientemente han surgido una serie de modelos con una orientación radicalmente diferente, ya que tienen sus raíces en la psicofísica y en el enfoque del procesamiento de la información. En este sentido, destacan la formulación desarrollada por Sergent (1982a) y los modelos de procesadores duales (por ejemplo, Friedman y Polson, 1981).

1. Modelo de Sergent

La teoría defendida por Justine Sergent (1982a, 1983, 1987) asume que los hemisferios cerebrales difieren en su sensibilidad para analizar los distintos componentes sensoriales de la estimulación, en concreto en su capacidad para procesar las frecuencias visuoespaciales: el HI sería más sensible a las frecuencias altas y el HD a las bajas frecuencias, con independencia del tipo de estímulo presentado (verbal *versus* visuoespacial). Sergent (1982b) ha obtenido amplia evidencia experimental en favor de esta hipótesis, utilizando diversos tipos de material estimular (por ejemplo, letras, caras). Aunque también se han encontrado algunos resultados discrepantes con su modelo, en especial cuando los estímulos son palabras (por ejemplo, Chiarello, Senéhi y Soulier, 1986), la principal aportación de esta teoría radica en poner de manifiesto que las diferencias en los parámetros físicos, consideradas poco importantes en relación a distinciones más globales (por ejemplo, verbal-visuoespacial), pueden ser mucho más influyentes en los efectos de lateralización de lo que tradicionalmente se ha pensado.

2. Modelos de procesadores duales

Estos modelos conciben ambos hemisferios como sistemas de procesamiento relativamente independientes que pueden intercambiar información, pero cada uno de ellos tendría sus propios recursos cognitivos y estaría constituido por una serie de subsistemas o subprocesadores, los cuales se diferenciarían en su función y en su distribución hemisférica (unilateral *versus* bilateral). Algunos autores han puesto un mayor énfasis en la noción de recursos de procesamiento (por ejemplo, Friedman y Polson, 1981) y otros lo han hecho en el estudio de los componentes o subprocesadores implícitos en una tarea (por ejemplo, Allen, 1983).

Tomando como punto de referencia el modelo de recursos atencionales múltiples propuesto por Navon y Gopher (1979), Friedman y Polson (1981) asumen la existencia de al menos dos conjuntos (*pools*) independientes de recursos de procesamiento de capacidad limitada, localizados en uno y otro hemisferio, respectivamente. Ambos hemisferios serían procesadores de capacidad similar, de forma que cada uno de ellos puede realizar cualquier tarea y procesar distintos tipos de información utilizando sus propios recursos, pero no tiene acceso a los recursos del otro hemisferio. Para Friedman y Polson, la realización de una tarea requiere la coordinación de una serie de procesos y una determinada «composición de recursos», la cual puede resultar de la combinación de los recursos de ambos hemisferios o de uno de ellos. La ejecución adecuada de la tarea estaría en función de la composición de recursos requerida, de la cantidad de recursos disponibles y de la eficiencia de utilización de los mismos. En consecuencia, la realización de dos tareas simultáneas puede dar lugar a distintos patrones de interferencia, lo que dependerá del grado de solapamiento entre las composiciones de recursos de cada una de ellas, que puede ser nulo, parcial o total.

Según Friedman y Polson (1981), la mejor forma de averiguar si dos tareas comparten recursos del mismo hemisferio, consiste en manipular el nivel de dificultad o el grado de atención prestada a una de ellas, con el fin de modificar la cantidad de recursos de procesamiento asignados a la misma. Si existe algún tipo de solapamiento (parcial o total), el aumento en el nivel de ejecución de dicha tarea debe ir acompañado de una disminución en el rendimiento de la tarea concurrente. Estos efectos de «intercambios» (*trade-offs*) no ocurrirán en ausencia de solapamiento, debido a que ambos tipos de recursos serían independientes.

En diversos experimentos de tarea dual, Friedman y cols. (1982; Herdman y Friedman, 1985) han encontrado evidencia en favor de estas predicciones y han podido explicar resultados que eran contradictorios con la teoría de activación selectiva de Kinsbourne (por ejemplo, Hellige y cols., 1976). Además, la idea de que una tarea puede realizarse con distintas composiciones de recursos y que pueden existir diversos niveles de eficiencia en su utilización puede ayudar a esclarecer algunos de los proble-

mas más frecuentes en la investigación de las asimetrías cerebrales, tales como las diferencias individuales en el grado de lateralización, la relativa facilidad con la que determinadas manipulaciones experimentales (por ejemplo, cambios en parámetros estímulares o en instrucciones) pueden modificar los patrones de asimetrías o la dificultad para replicar algunos resultados.

Sin embargo, la teoría desarrollada por Friedman y Polson (1981) presenta ciertas limitaciones, ya que algunos de los principios propuestos son difíciles de operacionalizar. Así, no es nada fácil especificar con precisión la composición de recursos de una tarea, ni los criterios que debemos utilizar para garantizar que las tareas seleccionadas requieran recursos de uno u otro hemisferio (Hardyck, 1983).

En el contexto del procesamiento de la información se han propuesto algunos modelos alternativos (por ejemplo, Allen, 1983; Kosslyn, 1987) que ponen más énfasis en el análisis de los distintos procesos implícitos en una tarea que en la noción de recursos de procesamiento. Estos enfoques «modulares» suponen una reformulación de algunos de los términos frecuentemente empleados por las teorías tradicionales de especialización hemisférica. Afirmaciones como «la identificación de palabras es una función del H» se utilizaban para expresar que sólo un hemisferio podía reconocer palabras (modelo de acceso directo) o que ambos hemisferios podían hacerlo pero con distintos niveles de eficacia (modelo de eficiencia). En cualquier caso, la tarea o función eran consideradas como entidades únicas e indivisibles. Esta idea es difícilmente sostenible en la actualidad, ya que la investigación experimental ha aportado numerosas pruebas de que la mayoría de las tareas o funciones implican la activación de distintos procesos y subsistemas. Por tanto, la unidad de análisis no debe ser la tarea o el hemisferio, sino el «subprocesador» (Allen, 1983) o el «subsistema de procesamiento» (Kosslyn, 1987). Esta aproximación hace posible integrar principios previamente incompatibles (acceso directo *versus* eficiencia), ya que algunos de los subprocesadores pueden localizarse en un solo hemisferio y otros podrían ser bilaterales e idénticos en ambos hemisferios, o más eficientes en uno de ellos. El objetivo básico de los investigadores es identificar los distintos subprocesadores y el grado de especialización de los mismos. Para ello es necesario diseñar paradigmas experimentales que permitan especificar la secuencia de operaciones y procesos implícitos en las tareas de lateralización, así como la manipulación sistemática de cada uno de ellos. En este contexto se desarrolla actualmente la investigación sobre el procesamiento semántico de estímulos verbales lateralizados.

Procesamiento semántico de estímulos verbales lateralizados

Es difícil concebir el reconocimiento de estímulos verbales como un fenómeno unitario, ya que la per-

cepción de una palabra supone la codificación de distintos tipos de información lingüística (por ejemplo, estructura grafémica, sintáctica, significado). Para algunos autores (por ejemplo, Chiarello, 1985), el reconocimiento de un estímulo dependería no sólo de la habilidad para acceder adecuadamente a todas estas representaciones, sino también de los principios organizativos mediante los que se almacena dicha información. En consecuencia, las investigaciones de asimetrías hemisféricas deberían considerar ambos aspectos e intentar determinar si los efectos de lateralización reflejan un modo diferente de organización léxica en cada hemisferio y/o una diferencia en los mecanismos de acceso al léxico (Bub y Levine, 1988).

Una técnica que parece ser capaz de disociar ambos aspectos en el estudio del procesamiento semántico de estímulos verbales se basa en el efecto de facilitación semántica (*semantic priming*), que consiste en la influencia que el procesamiento de un determinado estímulo contextual (*prime* o estímulo «previo») ejerce sobre el procesamiento de otro estímulo independiente (*target* o estímulo «relevante») relacionado semánticamente con el anterior. Así, la respuesta a un estímulo relevante (por ejemplo, PERRO) presenta una latencia menor y/o un menor número de errores cuando el estímulo previo está relacionado semánticamente (por ejemplo, GATO), que cuando no tiene ninguna relación con el estímulo relevante (por ejemplo, CASA). La interpretación más frecuente de este resultado en el contexto de la memoria semántica (Collins y Loftus, 1975) es que la presentación de la palabra previa (por ejemplo, GATO) «activaría» su representación correspondiente en la memoria. Además, dicha activación se propagaría a otras representaciones relacionadas (por ejemplo, PERRO). Así, cuando aparece el estímulo relevante, su representación interna ya se encontraría activada, lo que facilitaría su recuperación en términos de rapidez y/o precisión.

Para algunos autores este proceso de activación semántica podría desarrollarse de forma automática y no demandaría recursos atencionales. En este sentido, destaca el modelo dual propuesto por Posner y Snyder (1975a), cuyo supuesto básico es la disociación entre facilitación semántica «automática» y facilitación «controlada». La facilitación automática se desarrollaría inmediatamente después de la presentación del estímulo previo, activaría las representaciones de estímulos relacionados sin alterar los niveles de activación de otras representaciones no relacionadas (existirían beneficios sin costes) y no estaría influida por las expectativas. Así, el efecto facilitador sería de una magnitud similar con independencia del número de ensayos en los que el estímulo previo y el relevante estuvieran relacionados. Por el contrario, el efecto de facilitación controlada o «dependiente de las expectativas» ocurre cuando los sujetos utilizan la información del estímulo previo para predecir el estímulo relevante posterior. Este proceso requiere cierto tiempo para desarrollarse y está sujeto a límites de capacidad, por lo que el aumento en los niveles de activación de las represen-

taciones de los estímulos relacionados implicaría también una disminución de los niveles de activación de representaciones no relacionadas. Así, el efecto de facilitación controlada se obtendrá únicamente cuando exista un alto porcentaje de ensayos relacionados y se producirán tanto beneficios (predicciones correctas) como costes (predicciones incorrectas).

El modelo de Posner y Snyder ha recibido apoyo empírico en diversos estudios (por ejemplo, Neely, 1977; Posner y Snyder, 1975b), algunos de los cuales se han realizado en el contexto de la especialización cerebral. En este sentido destacan los trabajos realizados por Chiarello (1985), cuya hipótesis fundamental es que la distinción entre los efectos de facilitación automática y controlada podría relacionarse también con la etapa de procesamiento en la que se produce el efecto facilitador. Así, la activación automática generada por un estímulo previo facilitaría temporalmente el acceso léxico a estímulos relevantes relacionados, por lo que este proceso actuaría dentro del léxico. Sin embargo, la facilitación controlada podría ocurrir en una etapa posterior de decisión «postléxica», en la cual se comparan e intentan integrar las representaciones activadas de ambos estímulos con el fin de seleccionar la respuesta adecuada.

Para confirmar esta hipótesis, Chiarello (1985) realizó una serie de experimentos de decisión léxica. En cada ensayo se presentaba en uno u otro campo visual un estímulo previo que podía ser una fila de X (condición neutral) o una palabra. A continuación aparecía en la misma localización espacial un estímulo relevante (palabra *versus* pseudopalabra) relacionado (de forma ortográfica, fonética o semántica) o no relacionado con el estímulo previo. Chiarello manipuló el porcentaje de ensayos en que ambos estímulos se relacionaban: 75 por 100 (alta probabilidad de relación) y 25 por 100 (baja probabilidad). Las instrucciones fueron también diferentes para cada una de estas condiciones. En los experimentos con alta probabilidad de relación (75 por 100) se instruyó al sujeto a atender al estímulo previo, porque era muy probable que estuviera relacionado con el estímulo relevante posterior. Además los sujetos conocían el tipo de relación existente entre ambos estímulos (ortográfica, fonética o semántica). En los experimentos con baja probabilidad de relación (25 por 100), el sujeto debía considerar el estímulo previo únicamente como una señal informativa de la localización del estímulo relevante, pero sin ningún valor predictivo del mismo. Tampoco se les advertía sobre el tipo de relación entre ambos estímulos.

Los resultados más interesantes se encontraron en el efecto de facilitación semántica. En la condición «alta probabilidad», dicho efecto fue mayor en el CVD, tanto en el tiempo de reacción como en los errores. Por el contrario, en la condición «baja probabilidad» el efecto facilitador obtenido en ambas variables dependientes fue de mayor magnitud en el CVI. Según Chiarello, estos resultados sugieren que la superioridad del HI en la función lingüística sólo se

manifiesta cuando se requiere un acceso intencional a la información semántica almacenada, en el que se comparan e integran las representaciones activadas de los estímulos previo y relevante antes de seleccionar una respuesta. Sin embargo, esta superioridad desaparece y de hecho muestra el patrón opuesto (ventaja del HD) en la condición «baja probabilidad», la cual podría reflejar un proceso de activación automática de la información semántica almacenada y una propagación de dicha activación a representaciones relacionadas.

Algunos estudios previos han obtenido evidencia adicional en favor de esta hipótesis, ya que encuentran una ventaja del CVI (HD) en los efectos de facilitación semántica producidos por palabras no atendidas que aparecen fuera del foco atencional y/o enmascaradas (por ejemplo, Bradshaw, 1974; Underwood y Withfield, 1985). Resultados similares aparecen en pacientes afásicos con lesiones en el HI. En una tarea de decisión léxica, Milberg y Blumstein (1981) encontraron efectos significativos de facilitación semántica no atendida. Por el contrario, y a diferencia de los sujetos normales, estos pacientes no mostraron efectos de facilitación cuando realizaban juicios de categorización semántica (por ejemplo, decir si GATO y PERRO son palabras relacionadas), a pesar de que los estímulos utilizados eran los mismos. Estos datos sugieren que los pacientes afásicos retienen normalmente las relaciones semánticas almacenadas en la memoria y son capaces de realizar la tarea sin dificultades, cuando ésta requiere un acceso directo y automático a dichas representaciones (por ejemplo, la tarea de decisión léxica), lo que no sucede cuando la tarea exige un acceso consciente a dicha información (por ejemplo, categorización semántica).

Si la argumentación defendida por Chiarello (1985) es correcta, ¿por qué el proceso de activación automática produce un efecto facilitador más potente en el HD? Es posible que la propagación de la activación semántica sea inversamente proporcional al tamaño de la red léxica (Anderson, 1976) y ésta podría ser más pequeña y limitada en el HD, tal vez porque almacene sólo un determinado tipo de representaciones (por ejemplo, palabras concretas). Por tanto, la superioridad del HD estaría en función del tipo de palabra utilizada (concreta *versus* abstracta). Aunque no se han obtenido pruebas concluyentes en favor de esta última hipótesis (por ejemplo, Chiarello, Senehi y Nuding, 1987), investigaciones como las realizadas por Chiarello han permitido relacionar el problema de la especialización cerebral con el proceso atencional y con la distinción entre procesamiento automático *versus* controlado en el reconocimiento de estímulos verbales.

Conclusiones

La evidencia experimental obtenida en diversas investigaciones recientes demuestra claramente la inadecuación de las formulaciones dicotómicas de la

especialización cerebral (por ejemplo, verbal-visuoespacial) y de los modelos aferentes o estructurales para poder explicar la variabilidad de los efectos de lateralización que aparece con frecuencia en la literatura.

Entre los diversos factores que pueden modificar los patrones de asimetrías producidos por estímulos verbales, el presente artículo ha puesto de manifiesto la influencia del tipo de procesamiento realizado sobre dichos estímulos (controlado versus automático) y la implicación de la atención espacial. Por tanto, pensamos que la investigación sobre el problema de la especialización cerebral en la función lingüística debe ejercer un control más minucioso de estas variables, las cuales pueden ayudar a integrar parte de la evidencia contradictoria obtenida.

Referencias

- Akelaitis, A. (1941). Studies on the corpus callosum, III. The higher visual functions in each homonymous field following complete section of the corpus callosum. *Archives of Neurology Psychiatry*, 788-796.
- Allen, N. (1983). Models of hemispheric specialization. *Psychological Bulletin*, 93, 73-104.
- Anderson, R. (1976). Short term retention of the where and when of pictures and words. *Journal of Experimental Psychology: General*, 105, 378-402.
- Bradshaw, J. (1974). Peripherally presented and unreported words may bias the perceived meaning of a centrally fixated homograph. *Journal of Experimental Psychology*, 103, 1200-1202.
- Bradshaw, J. y Nettleton, N. (1981). The nature of hemispheric specialization in man. *The Behavioral and Brain Sciences*, 4, 51-63.
- Bryden, M. P. (1977). Measuring handedness with questionnaires. *Neuropsychologia*, 15, 617-624.
- Bub, D. y Levine, J. (1988). Different modes of word recognition in the left and right visual fields. *Brain and Language*, 33, 161-188.
- Chiarello, C. (1985). Hemisphere dynamics in lexical access: automatic and controlled priming. *Brain and Language*, 26, 146-172.
- Chiarello, C., Senehi, J. y Nuding, S. (1987). Semantic priming with abstract and concrete words: Differential asymmetry may be postlexical. *Brain and Language*, 31, 43-60.
- Chiarello, C., Senehi, J. y Soulier, M. (1986). Viewing conditions and hemisphere asymmetry for the lexical decision. *Neuropsychologia*, 24, 521-529.
- Collins, A. y Loftus, E. (1975). A spreading activation theory of semantic processing. *Psychological Review*, 82, 407-428.
- Friedman, A. y Polson, M. (1981). The hemispheres as independent resources systems: limited capacity processing and cerebral specialization. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 7, 1031-1058.
- Friedman, A., Polson, M., Dafoe, C. y Gaskill, S. (1982). Dividing attention within and between hemispheres: testing a multiple resources approach to limited-capacity information processing. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 8, 625-650.
- Hardyck, C. (1983). Seeing each other's points of view: Visual perceptual lateralization. En J. B. Hellige (Ed.), *Cerebral Hemisphere Asymmetry: Method, Theory and Application*. New York: Praeger.
- Hellige, J. (1983). Hemisphere x Task Interaction and the Study of Laterality. En J. B. Hellige (Ed.), *Cerebral Hemisphere Asymmetry: Method, Theory and Application*. New York: Praeger.
- Hellige, J. y Cox, P. (1976). Effects of concurrent verbal memory on recognition of stimuli from left and right visual fields. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 2, 210-221.
- Hellige, J. y Wong, T. (1983). Hemisphere-specific interference in dichotic listening: Task variables and individual differences. *Journal of Experimental Psychology: General*, 112, 218-239.
- Herdman, C. y Friedman, A. (1985). Multiple resources in divided attention: A cross-model test of the independence of hemispheric resources. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 2, 40-49.
- Kimura, D. (1961). Cerebral dominance and the perception of verbal stimuli. *Canadian Journal of Psychology*, 15, 166-171.
- Kimura, D. (1966). Dual functional asymmetry of the brain in visual perception. *Neuropsychologia*, 4, 275-285.
- Kinsbourne, M. (1970). The cerebral basis of lateral asymmetries in attention. *Acta Psychologica*, 33, 193-201.
- Kinsbourne, M. (1982). Hemispheric specialization and the growth of Human Understanding. *American Psychologist*, 37, 411-420.
- Kinsbourne, M. y Hicks, R. (1978). Functional cerebral space: A model for overflow, transfer and interference effects in human performance. En J. Requin (Ed.), *Attention and Performance VII*, Hillsdale, N.J.: Erlbaum.
- Kosslyn, S. (1987). Seeing and imagining in the cerebral hemispheres: a computational approach. *Psychological Review*, 94, 148-175.
- Lambert, A., Beard, C. y Thompson, R. (1988). Selective attention, visual laterality, awareness and perceiving the meaning of parafoveally presented words. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 40 (A), 615-652.
- Manning, L. (1988). *Neurolingüística*. Cuadernos de la UNED, Madrid.
- McMullen, P. y Bryden, M. (1987). The effects of word imageability and frequency on hemispheric asymmetry in lexical decisions. *Brain and Language*, 31, 11-25.
- Milberg, W. y Blumstein, S. (1981). Lexical decision and aphasia: Evidence for semantic processing. *Brain and Language*, 14, 371-385.
- Moscovitch, M. (1986). Afferent and efferent models of visual perceptual asymmetries: theoretical and empirical implications. *Neuropsychologia*, 24, 91-114.
- Myers, R. y Sperry, R. (1953). Interocular transfer of a visual form discrimination habit in cats after section of the optic chiasma and corpus callosum. *Anatomical Record*, 115, 351-352.
- Navon, D. y Gopher, D. (1979). On the economy of the human-processing system. *Psychological Review*, 86, 214-255.
- Neely, J. (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.
- Ortells, J. (1989). Efecto de facilitación semántica de palabras lateralizadas. Tesis doctoral. Universidad de Granada.
- Posner, M. y Snyder, C. (1975a). Facilitation and inhibition in the processing of signals. En P. M. A. Rabbit y S. Dor-

- nic (Eds.), *Attention and Performance V*. Academic Press. London.
- Posner, M. y Snyder, C. (1975b). Attention and cognitive control. En R. L. Solso (Ed.), *Information Processing and Cognition: The Loyola Symposium*. Hillsdale, N.J.: Erlbaum.
- Posner, M., Snyder, C. y Davidson, B. (1980). Attention and the detection of signals. *Journal of Experimental Psychology: General*, 109, 160-174.
- Schwartz, S. y Kirsner, K. (1982). Laterality effects in visual information processing: Hemispheric specialization or the orienting of attention? *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 34, 61-77.
- Sergent, J. (1982a). The cerebral balance of power: Confrontation or cooperation? *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 8, 254-271.
- Sergent, J. (1982b). Theoretical and methodological consequences of variations in exposure duration in visual laterality studies. *Perception and Psychophysics*, 31, 451-461.
- Sergent, J. (1983). The role of the input in visual hemispheric asymmetries. *Psychological Bulletin*, 93, 481-512.
- Sergent, J. (1987). Failures to confirm the spatial frequency hypothesis: fatal blow or healthy complication? *Canadian Journal of Psychology*, 41, 412-428.
- Sperry, R. (1982). Some effects of disconnecting the cerebral hemispheres. *Science*, 217, 1223-1226.
- Tapley, S. y Bryden, M. (1985). A group test for the assessment of performance between the hands. *Neuropsychologia*, 23, 215-221.
- Underwood, G. y Whitfield, A. (1985). Right hemisphere interactions in picture-word processing. *Brain and Cognition*, 4, 273-286.
- Zaidel, E. (1983). Disconnection syndrome as a model for lateral effects in the normal brain. En J. Hellige (Ed.), *Cerebral Hemisphere Asymmetry: Method, Theory and Application*. New York: Praeger.