

UNIVERSITAT DE VALÈNCIA

Facultat de Filologia, Traducció i Comunicació

**APROXIMACIÓN NEUROLINGÜÍSTICA AL ESTUDIO
DEL BILINGÜISMO**

Trabajo de fin de master

Autora: Agnese Sampietro

Tutora: Montserrat Veyrat Rigat

Master Universitario en Investigación en Lenguas y Literaturas

Valencia, noviembre 2011

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN.....	7
CAPÍTULO 1. EL BILINGÜISMO.....	9
1.1 El bilingüismo: una difícil definición.....	9
1.2 El bilingüismo como fenómeno colectivo	11
1.2.1 Aspectos evolutivos y demográficos.....	11
1.2.2 Entre colectividad e individuo: aspectos socio-culturales del bilingüismo.....	12
1.3 El bilingüismo como fenómeno individual	13
1.3.1 El bilingüismo desde una perspectiva psicolingüística.....	13
1.4 El bilingüismo: de problema a necesidad.....	15
1.4.1 El bilingüismo como problema: los antiguos prejuicios.....	15
1.4.2 La revaloración del bilingüismo a partir de los años 60.....	18
1.4.3 El mundo actual: la necesidad de bilingüismo	19
CAPÍTULO 2. EL CEREBRO Y EL LENGUAJE.....	21
2.1 Breve historia de la neurolingüística.....	21
2.2 Los métodos de estudio del cerebro.....	23
2.3 Las bases neurológicas del lenguaje	25
2.3.1 El sistema nervioso.....	25
2.3.2 El cerebro	26
2.3.3 Otros componentes del sistema nervioso implicados en el lenguaje.....	31
2.4 Los componentes del lenguaje.....	32
2.4.1 Producción oral	33
2.4.2 Producción escrita.....	34
2.4.3 Comprensión auditiva	34
2.4.4 Comprensión escrita	36
2.5 La relación entre lenguaje y cerebro.....	38
2.6 Las patologías del lenguaje	41
2.6.1 Tipos de Afasia	41
2.7 Trastornos del lenguaje y organización cerebral	47
2.7.1 Fonología.....	47
2.7.2 Morfología.....	48
2.7.3 Sintaxis	48

2.7.4 Léxico y semántica	49
2.7.5 Discurso	52
2.7.6 Memoria y lenguaje	52
CAPÍTULO 3. BILINGÜISMO Y CEREBRO	55
3.1 El interés por el cerebro bilingüe	55
3.2. La organización cerebral del bilingüe.....	58
3.2.1 Patologías del lenguaje y organización cerebral	58
3.2.2 El estudio del cerebro bilingüe mediante las técnicas de neuroimagen	60
3.2.3 Modelo del control inhibitorio.....	63
3.2.4 Modelo neurolingüístico integrado.....	65
3.2.5 La lateralización.....	68
3.3. Bilingüismo y lenguaje: algunos aspectos cognitivos y neurológicos	73
3.3.1 Las bases neurales del control de la lengua en uso	73
3.3.2 La memoria.....	74
3.3.3 La convergencia entre la L1 y la L2.....	85
3.3.4 La lectura bilingüe	86
CONCLUSIONES	89
BIBLIOGRAFÍA.....	93
Fuentes de las imágenes	104

Índice de figuras

Fig. 1. Neurona

Fig. 2. Los hemisferios cerebrales

Fig. 3. Los lóbulos cerebrales

Fig. 4. Área motora y somatosensorial

Fig. 5. Áreas del córtex implicadas en el lenguaje

Fig. 6. Órganos implicados en la producción del lenguaje

Fig. 7. Percepción y transmisión de las señales acústicas

Fig. 8. Vías visuales

Fig. 9. El modelo neuronal de Freud

Fig. 10. Los campos semánticos, según el modelo de Collins y Loftus (1975)

Fig. 11: Representación esquemática de los distintos modelos de representación del lenguaje en bilingües (Paradis, 2004)

Fig. 12: Representación esquemática de la hipótesis del subconjunto de Paradis (2004).

Fig. 13: Los distintos tipos de memoria

Fig. 14: Representación esquemática del modelo de memoria jerárquico revisado (Kroll et al., 1997)

Fig. 15: Esquemmatización del Modelo Bilingüe para las Representaciones de Acceso (Soler, 1995)

Fig. 16. Esquemmatización del proceso de lectura en monolingües

Índice de tablas

Tabla 1: Caracterización de los bilingües desde el punto de vista psicolingüístico

Tabla 2: Algunas áreas del cerebro implicadas en el procesamiento del lenguaje según el enfoque modularista

Tabla 3: Cuadro-resumen de los distintos tipos de afasia

Tabla 4: Cuadro-resumen de los principales modelos de producción del lenguaje en bilingües

INTRODUCCIÓN

El bilingüismo es un fenómeno natural y cotidiano, presente en toda la historia de la humanidad: el contacto entre grupos sociales es una situación que se ha producido a lo largo de la historia y sigue produciéndose, como consecuencia directa del contacto entre personas. En el mundo las comunidades multilingües son mayoritarias; baste con pensar que existen en el mundo unas 4000 lenguas, que se reparten en unos 140 estados nacionales y no hay pruebas de que alguna lengua pueda haberse desarrollado en una situación de total aislamiento (Thomason, 2001).

El bilingüismo ha sido muy estudiado a partir de finales del XIX y sobre todo en el siglo XX. La complejidad del fenómeno permite abordarlo desde varios puntos de vista. En primer lugar, el bilingüismo tiene una vertiente social. Una sociedad puede ser bilingüe por motivos históricos, económicos, políticos, educativos, etc.; las diferencias de prestigio, difusión y consideración de las dos lenguas se traducen en usos lingüísticos distintos según el contexto. Desde el punto de vista individual, el estudio del bilingüismo se puede abordar desde una perspectiva cognitiva (analizando las relaciones entre lenguaje y capacidades cognitivas), desde un punto de vista sociocultural (con especial atención en el uso concreto del idioma y en la identidad cultural del sujeto), desde una perspectiva psicolingüística y también con un enfoque neurolingüístico, el que mantendremos principalmente en este trabajo.

El interés por el bilingüismo ha ido creciendo a lo largo de las últimas décadas y seguramente crezca considerablemente en el futuro, debido a la amplitud de este fenómeno, que va prosperando paralelamente al incremento de factores como la emigración y, más en general, la movilidad de los grupos humanos, la globalización o la difusión de las nuevas tecnologías de la información y de la comunicación. Dichos estudios permitirán dar respuestas a cuestiones que se mantienen sin resolver, como algunas de las que se abordan en este trabajo.

El presente trabajo trata el tema del cerebro bilingüe, realizando una revisión de estudios sobre la organización cerebral de una persona bilingüe y el funcionamiento de los mecanismos neurocognitivos que hacen posible el uso de dos o más idiomas por parte de una misma persona. Coherentemente con la complejidad del fenómeno y la variedad de enfoques presentes en la bibliografía consultada, abordaremos el bilingüismo desde múltiples perspectivas, desde la anatómica, a la psicológica, pasando por las aportaciones de las neurociencias, la psicología cognitiva y el estudio de las patologías del lenguaje.

El trabajo ha sido estructurado en tres capítulos, completados por unas conclusiones y una bibliografía.

En el primer capítulo se intentará dar una definición de bilingüismo y, enfocando ya el trabajo en el tema del estudio de las relaciones que tiene con el cerebro, se recorrerán las opiniones divergentes sobre las consecuencias cognitivas que se han atribuido al bilingüismo desde las primeras décadas del siglo pasado hasta nuestros días.

Antes de estudiar las peculiaridades de la organización cerebral de los bilingües, se ha considerado necesario aclarar el funcionamiento del cerebro en los monolingües, tema central

del segundo capítulo. El análisis es abordado desde una perspectiva interdisciplinar: tras unas primeras consideraciones anatómicas generales sobre el sistema nervioso, la organización cerebral del lenguaje y de las funciones lingüística es analizada partiendo de enfoques neurolingüísticos, psicolingüísticos y, sobre todo, desde el punto de vista del estudio de las patologías del lenguaje.

En el capítulo tercero, el trabajo se adentra más específicamente en la descripción de la organización cerebral de los bilingües y del funcionamiento de los mecanismos lingüísticos en este tipo de hablantes. Se recorren y analizan especialmente los trabajos sobre el tema realizados desde finales de los años XIX, centrados más específicamente en el estudio de las patologías del lenguaje en bilingües, hasta algunos de los principales trabajos recientes, en los que el estudio del cerebro bilingüe se beneficia de la aplicación de las modernas técnicas de neuroimagen.

Finalmente, se recogen las principales conclusiones, haciendo hincapié en los aspectos que quedan por investigar en este ámbito de estudio, sobre todo desde una perspectiva lingüística. Las referencias bibliográficas se incluyen al final del trabajo.

CAPÍTULO 1. EL BILINGÜISMO

1.1 El bilingüismo: una difícil definición

El bilingüismo es un fenómeno tan complejo como presente en nuestra vida diaria. Se calcula que la mayoría de la población mundial vive una situación de multilingüismo, ya que, por motivos históricos, sociales y culturales, desde siempre pueblos de habla distinta han entrado en contacto a lo largo de la historia; la relación y la necesidad de comunicar implican el esfuerzo de los interlocutores para comprenderse mutuamente, cuya consecuencia es la capacidad de comunicarse en una lengua que no es la nativa, tanto a nivel individual como dentro de un grupo.

Una de las mayores dificultades en el análisis del bilingüismo viene del hecho de que los distintos autores que han analizado el fenómeno desde numerosas perspectivas, difieren en la manera de entender y definir el bilingüismo (Siguan, 2001). Desde el punto de vista etimológico el término bilingüismo significa “dos lenguas”. Como recuerda Alarcón (1998), durante el siglo XX el bilingüismo ha sido estudiado esencialmente desde dos perspectivas: con un enfoque sociolingüístico, según el cual el bilingüismo consiste en la coexistencia de dos lenguas dentro de una comunidad de hablantes; desde el punto de vista psicolingüístico, al contrario, el bilingüismo se define como la capacidad de un individuo para comunicarse en dos lenguas.

En el intento de recopilar algunas de las definiciones clásicas del bilingüismo, citamos en primer lugar a Ural Weinrich (1953), uno de los pioneros del estudio del bilingüismo, del que abordó sobre todo el aspecto sociolingüístico; en su opinión el bilingüismo no es más que el uso alternativo de dos o más lenguas por el mismo individuo y el bilingüe es en consecuencia un individuo capaz de utilizar dos lenguas; Siguan (2001) nota que esta definición no dice mucho sobre el nivel de conocimiento y competencia. Otros estudios, realizados desde una perspectiva psicolingüística, como los de Bloomfield (1933), Brooks (1960) o Hammers & Blanc (1989), defienden la idea de que los bilingües sean personas con una competencia nativa en dos o más lenguas, es decir, monolingües en varios idiomas. Según Ortí (1988a) se trata de una definición bastante reduccionista, ya que no permite englobar la gran mayoría de las personas que utilizan dos lenguas sin tener una competencia totalmente nativa en cada una de ellas. El nivel mínimo de definición, que Ortí (1988a) también considera parcial, es representado por el pensamiento de Haugen (1953), según el cual el bilingüismo es la capacidad de producir oraciones con sentido en otras lenguas, o el concepto defendido por Diebold (1964), para el que el bilingüismo incluye también el conocimiento pasivo de una segunda lengua (L2). Asimismo, Macnamara (1967), propuso que un bilingüe podría ser cualquier persona que poseyera una mínima competencia en otra lengua que no fuera la L1, y según Titone (1976) se define como la capacidad de expresarse correctamente en una segunda lengua, sin limitarse a parafrasear la lengua nativa. Estas definiciones, en opinión de Alarcón (1998), no especifican ni miden exactamente cuál es el nivel lingüístico a partir del cual una persona puede ser considerada bilingüe o no; asimismo, apunta que no se tienen en cuenta los factores extra-lingüísticos, que también influyen en el fenómeno. El aspecto de la competencia del hablante se fue abordando de manera más científica a partir de la década de los ochenta, cuando se

intentó dar una definición de la competencia lingüística y establecer parámetros que permitieran evaluarla (Cummins, 1976).

En general, se considera el bilingüe a una persona con competencias lingüísticas en dos o más lenguas y que es capaz de pasar de una a otra con facilidad. En este sentido, es muy clara la definición propuesta por Grosjean (1999), según la cual los bilingües son personas que usan dos o más lenguas en su vida diaria (independientemente del nivel de competencia alcanzado). Esta definición ofrece un amplio abanico de posibilidades, desde el inmigrante que utiliza la lengua del país de acogida con dificultad al intérprete profesional. En general, no hay que olvidar que cada bilingüe es un ser único, que difiere de los demás por la competencia lingüística, la edad de adquisición, el contexto y frecuencia de uso y la función que cada lengua tiene en su vida (Gómez-Ruiz, 2008).

De hecho, como recuerda Alarcón (1998), para dar cuenta con mayor exactitud del comportamiento de un sujeto bilingüe, hay que identificar no sólo el nivel de competencia, sino también los aspectos sociales vinculados al empleo de una u otra lengua por parte del individuo. De hecho el bilingüismo también tiene una vertiente social: una sociedad es bilingüe si una parte de su población lo es: bilingüismo individual y social están íntimamente relacionados. Tal y como se observa en Siguan (2001), las razones por las que una sociedad es bilingüe son varias, y se deben sobre todo a fenómenos de ocupación o colonización, al comercio, al poder y prestigio de un grupo social sobre otro, la expansión territorial, la educación, la religión y los medios. Generalmente en este tipo de sociedades las dos (o más) lenguas no tienen el mismo estatus ni cumplen las mismas funciones y estas diferencias se traducen en el uso de distintas lenguas según el contexto. En muchos casos, las lenguas que conviven en un mismo territorio suelen diferenciarse también por su prestigio, y cada lengua suele estar relacionada con un determinado grupo étnico o cultural.

1.2 El bilingüismo como fenómeno colectivo

1.2.1 Aspectos evolutivos y demográficos

El recorrido evolutivo del bilingüismo empieza desde los mismos orígenes de la humanidad. Como recuerda Siguan (2001), las lenguas han estado en contacto por miles de años y probablemente desde el principio de la humanidad. Según la mayoría de los genetistas, todos los hombres procedemos de un tronco común de *homo sapiens* y parece lógico aceptar también un origen común para el lenguaje hablado. Los miembros de este hipotético grupo originario transmitirían a sus descendientes un protolenguaje para permitir la comunicación; sin embargo, cada individuo introduce variaciones en la lengua, acumulando en el interior del grupo pequeños cambios lingüísticos, que a la larga producen una evolución y una modificación de la propia estructura del sistema lingüístico. Si el grupo se escinde y se separa, la evolución prosigue de forma distinta en cada subgrupo. Aunque la dispersión del género humano por el planeta ha conducido a la pluralidad lingüística, el aislamiento no ha sido nunca completo, y siempre ha surgido la necesidad de comprenderse entre grupos distintos, lo que implica que algunos individuos tengan que ser capaces de comunicarse en otra lengua, además de su idioma nativo, convirtiéndose así en bilingües.

Muy a menudo las situaciones de plurilingüismo se verifican en el interior de una misma sociedad. Los acontecimientos que a lo largo de la historia han sido responsables del contacto entre lenguas son numerosos. En primer lugar, los desplazamientos masivos de población, como invasiones, colonizaciones o conquistas, con la consiguiente imposición de la lengua del conquistador, han sido importantes causas de situaciones de bilingüismo en el seno de una sociedad. La emigración, tanto a nivel individual como colectivo, es otra circunstancia capaz de producir bilingüismo. Asimismo, la sociedad “cosmopolita” de hoy en día es otra de las modalidades sociales que generan bilingüismo, debido a la facilidad de desplazamientos de las personas y a la predominancia del inglés en los medios de información, considerable casi como la lengua oficial de nuestro planeta. A nivel más reducido, las familias compuestas por miembros de diferente nacionalidad, otro fenómeno en creciente difusión, son una importante fuente de situaciones de bilingüismo.

Siguan (2001) reconoce que los casos de bilingüismo y multilingüismo en el mundo son muy numerosos: existen pocos grupos lingüísticos monolingües, que, o bien por situaciones de gran aislamiento, o bien por tener una unidad muy fuerte, no necesitan cambiar sus modalidades expresivas en determinadas situaciones. En muchos países el multilingüismo está reconocido a través de la designación de más de una lengua oficial, como en el sueco y el finés en Finlandia, inglés y francés en Canadá, o los cuatro idiomas oficiales de Suiza, francés, alemán, italiano y retorrománico, solo por citar algunos casos más cercanos; a veces, como en España, se reconocen lenguas co-oficiales a nivel regional. En muchos otros casos, la existencia de lenguas minoritarias no es reconocida por la ley y se pueden encontrar lenguas de uso solo oral, lenguas vernáculas o lenguas vehiculares de contacto como los “pidgins”. En Thomason (2001) se explica que las situaciones de monolingüismo son claramente minoritarias en el mundo, ya que la variedad lingüística domina en la mayoría de los países. Entre los continentes del mundo, Europa es la zona con el menor multilingüismo, al que se contrapone la enorme

pluralidad de lenguas de Oceanía. El estado del mundo en el que se encuentra la mayor variedad lingüística es Papúa Nueva Guinea, en la que se contabilizan un total de 841 lenguas.

1.2.2 Entre colectividad e individuo: aspectos socio-culturales del bilingüismo

Frente a la homogeneidad lingüística de las sociedades monolingües, el plurilingüismo presenta formas muy variadas, que van desde la yuxtaposición en un mismo espacio de lenguas distintas, hasta situaciones de gran articulación lingüística y social. Son numerosos, por ejemplo, los casos en los que las lenguas que coexisten en un territorio se diferencian por el prestigio que se les atribuye y el uso consecuente que se da a los dos idiomas. La situación muy común de convivencia en una misma sociedad de dos variedades dialectales o de dos lenguas, una empleada en la vida oral y de forma cotidiana (variedad baja) y otra codificada y empleada en las funciones elevadas (variedad alta), se denomina “diglosia”, término introducido por primera vez por Fishman (1972).

Aunque se puedan encontrar situaciones tan variadas, como etnias nacionales enfrentadas que comparten una misma lengua o naciones sólidamente unidas con importantes diferencias lingüísticas, en opinión de Siguan (2001), hablar una misma lengua es el primer signo de identidad de un grupo. Esta identidad cultural de base lingüística se refleja tanto a nivel colectivo como en ámbito individual. En el caso de las personas bilingües, Lambert (1981) piensa que la adquisición temprana de una segunda lengua pueda constituir una amenaza para la construcción de la personalidad del individuo. Sin embargo, como veremos más detenidamente, hoy en día están plenamente reconocidas las ventajas tanto cognitivas como culturales de ser bilingüe.

Como en el caso del monolingüe, el desarrollo personal y cultural del bilingüe se moldea gracias a las experiencias de contacto con los demás. Alfonso García Martínez (2004) explica que la identidad cultural no es una propiedad estática de un grupo, construida y asimilada de una vez por todas sin relación con otros grupos, sino algo subjetivo, una trama de las representaciones de la realidad social que cada individuo se forja; el marco social en el que se realiza sigue siendo importante y decisivo, pero no es el único factor determinante en este proceso. Según el mismo autor, los individuos que participan de varias culturas, como los bilingües, construyen su identidad personal realizando una síntesis de “materiales” diversos e integrando las variadas referencias que encuentra a lo largo de su vida. El bilingüe, además, posee dos lenguas con implicaciones afectivas distintas y diferentes significados cognitivos. Como recuerda Siguan (2001), hoy en día la mayor parte de los bilingües vive en contextos sociales en los que el plurilingüismo está socialmente aceptado, con lo que los conflictos que se pueden generar son mínimos y se pueden traer beneficios de una doble identidad cultural. Más problemáticas resultan las situaciones en las que el sujeto está obligado a adoptar una determinada lengua, lo que podría generar conflictos, tanto a nivel social como individual, pero en general, la mayoría de los bilingües alcanza algún tipo de equilibrio en el empleo de sus idiomas.

1.3 El bilingüismo como fenómeno individual

En el estudio del bilingüismo desde una perspectiva individual hay que tener en cuenta numerosos factores psicolingüísticos y sociolingüísticos, como la relación entre lenguaje y pensamiento, el grado de conocimiento de una lengua, la edad de adquisición, la consideración social de las dos lenguas, la identidad cultural y el uso lingüístico, determinado por factores internos como la edad o la aptitud o externos, como la familia, la comunidad, la escuela, y los medios de comunicación. Habiendo ya apuntado algunas de las consecuencias sociales del fenómeno, delimitaremos el análisis del bilingüismo individual a los aspectos psicolingüísticos (Tabla 1).

1.3.1 El bilingüismo desde una perspectiva psicolingüística

Como mencionábamos anteriormente, en el análisis del bilingüismo desde el punto de vista psicolingüístico, un aspecto muy importante a tener en consideración es la competencia lingüística del sujeto en las dos o más lenguas que domina. Durante décadas varios autores (Albert & Obler, 1978; Crystal, 1987; Hammers et al., 1989) han hablado de la posibilidad de clasificar a los bilingües en “balanceados” o “dominantes”. Un bilingüe balanceado posee una competencia equivalente en ambas lenguas, mientras que el dominante, en cambio, tiene un nivel superior en una de las dos lenguas, generalmente la lengua materna: la gran mayoría de los bilingües no logra una competencia equivalente en las dos lenguas (Alarcón, 1998). Por lo que concierne la competencia lingüística (*language proficiency*), a lo largo de los años 80 se formuló otra clasificación, basada en la aplicación académica o no de la lengua. Esta necesidad clasificatoria derivaba de una problemática recurrente en la educación bilingüe en Canadá y Estados Unidos: jóvenes extranjeros con una buena competencia en la segunda lengua, una vez cambiados a un programa de enseñanza monolingüe no tenían éxito a nivel académico; Cummins (1976) distinguió así entre sujetos con fluidez comunicativa en las situaciones cotidianas (BICS – *Basic Interpersonal Communicative Skills*) e individuos capaces de desenvolverse en la L2 también en situaciones académicas (CALP – *Cognitive/Academic Language Proficiency*). La consideración de estos factores a la hora de analizar las situaciones de contacto lingüístico permite tener una valoración más completa del bilingüismo del sujeto en cuestión.

Por lo que concierne la organización cognitiva de las dos lenguas, se habla de bilingües “compuestos” y “coordinados” (Titone, 1976; Albert et al., 1978; Hammers et al., 1989). En los bilingües compuestos a un único concepto se asocian dos expresiones diferentes, es decir, tienen una única conceptualización del mundo que se expresa en dos idiomas diferentes. Al contrario, los bilingües coordinados poseen dos conjuntos de significantes para dos significados, dándose un mecanismo de traducción al pasar de un idioma al otro.

Es ampliamente reconocido (Siguan, 2001; Albert et al., 1978; Cummins, 1976), que la edad de adquisición de la segunda lengua es un factor muy importante, que influye en gran medida en la competencia lingüística del hablante: cuanto antes se aprende una segunda lengua, mayor es la posibilidad de adquirirla de una manera similar a la lengua materna. La constitución paralela de dos sistemas lingüísticos en la primera infancia ofrece un campo único de experiencia, tanto en términos de pensamiento creativo cuanto a desarrollo de la

personalidad. De hecho, Balkan (1979) explica que el aspecto afectivo del idioma es lo que distingue al niño del adulto que aprende otra lengua; solo en raros casos esta atadura afectiva se realiza con otras lenguas aprendidas en la edad adulta, y normalmente a expensas de la primera lengua. La madurez progresiva del individuo se cristaliza hacia la pubertad, así que las lenguas aprendidas después de ese momento no podrán ser el soporte de tal transformación: el sistema cultural-lingüístico del individuo se encuentra totalmente elaborado en la adolescencia. El monolingüe tiene la impresión de que las palabras de su lengua tengan una correspondencia directa con la realidad y es difícil abstraerse de la rígida estructura de la mentalidad, que se convierte prácticamente en inmutable en la edad adulta.

Alrededor de los años 80 se formuló una nueva postura teórica sobre la relación entre edad y competencia lingüística, que tuvo mucha influencia en los estudios posteriores. En opinión de varios autores (Volterra & Taeschner, 1978; Redlinger & Park, 1980), antes de los dos años de edad, en el niño bilingüe los vocabularios y las organizaciones sintácticas de las dos lenguas se almacenan de forma compartida. Según esta teoría, al inicio de la adquisición existe un solo sistema léxico fusionado, que incluye palabras de ambas lenguas sin discriminar; en una segunda etapa se logran dos sistemas léxicos separados, pero se emplean las mismas reglas sintácticas en la producción de enunciados en ambas lenguas; finalmente en la tercera fase de la adquisición infantil, el sujeto bilingüe obtiene dos sistemas lingüísticos totalmente diferenciados y es capaz de producir enunciados adecuados en cada una de las lenguas. Este modelo ha sido criticado por ejemplo por los generativistas, que proponen que el niño aplica un dispositivo de adquisición lingüística para seleccionar los rasgos lingüísticos distintivos, desarrollando una gramática, una morfología y un léxico propio de cada lengua.

Alarcón (1998) apunta también que el factor edad en la valoración del bilingüismo no influye solo en la organización cognitiva del individuo, sino que también permite ulteriores distinciones cuanto a competencia lingüística. Según la definición clásica de McLaughlin (1984), se habla de “bilingüismo temprano” cuando el contacto entre las dos lenguas se realiza durante los primeros años de vida. Al contrario, aplica la definición de “bilingüismo tardío” a situaciones en la que el segundo idioma se adquiere después de la infancia. La competencia bilingüe se define como “simultánea” cuando se desarrollan dos lenguas maternas desde el primer ambiente lingüístico, normalmente de manera informal, y “consecutiva” cuando el niño adquiere la segunda lengua después de la lengua materna, de manera formal o informal.

Criterio	Definición	
	Mayor Competencia	Menor Competencia
Organización cognitiva	Bilingüe Compuesto	Bilingüe Coordinado
Edad de aprendizaje	Bilingüe Temprano	Bilingüe Tardío
Orden de aprendizaje	Bilingüismo Simultáneo	Bilingüismo Consecutivo

Tabla 1: Caracterización de los bilingües desde el punto de vista psicolingüístico

1.4 El bilingüismo: de problema a necesidad

1.4.1 El bilingüismo como problema: los antiguos prejuicios

A lo largo de la historia, además de gozar de cierto prestigio por ser un importante instrumento de comunicación, el bilingüismo ha sido considerado también una fuente de enriquecimiento cultural. Los romanos, sobre todo en época helenística, aprendían griego; en la Edad Media el latín, además de idioma oficial de la Iglesia, era la lengua de enseñanza y de la cultura. En el siglo XVIII, los ilustrados se expresaban en francés, y la aristocracia centroeuropea de la época recibía una educación trilingüe. Sin embargo, entre finales del XIX y principios del siglo XX, el bilingüismo empezó a ser objeto de críticas. La opinión negativa sobre el bilingüismo en el siglo XIX se relaciona estrictamente con el surgimiento de la identidad cultural de los estados nacionales: lengua, cultura y nacionalidad estaban estrictamente relacionadas.

Fue solo a partir de los años 20 del siglo pasado cuando empezaron a desarrollarse las primeras investigaciones sistemáticas sobre el bilingüismo. Como recuerda Siguan (2001), a lo largo de la historia han sido frecuentes los testimonios de admiración hacia las personas bilingües y los traductores, pero se trataba de reflexiones sin alguna intención científica. Hasta la época citada la lingüística se ocupaba fundamentalmente de los aspectos formales del lenguaje, de la capacidad de hablar y de las distintas lenguas en concreto. En la década de los años 20, al contrario, empezaron a aparecer los primeros estudios sobre los efectos del bilingüismo sobre la madurez intelectual y la adaptación social del individuo. Durante décadas, hasta los años 60, los estudios realizados llegaban generalmente a la conclusión de que el bilingüismo conllevaba desventajas cognitivas, creando confusión y dificultando el aprendizaje. Como explica Balkan (1979), la validez de estas primeras investigaciones resulta cuestionable, esencialmente por razones metodológicas. En primer lugar, la elección de la muestra sobre la que realizar el estudio no se efectuaba con objetividad: los sujetos bilingües estudiados procedían mayoritariamente de minorías lingüísticas, como por ejemplo inmigrantes, cuya lengua era a menudo considerada inferior; no se controlaban importantes factores como la clase social de origen y las posibilidades educativas de la muestra, ni se tenía en cuenta la competencia de los sujetos bilingües en la lengua mayoritaria, normalmente la misma en la que se realizaba la prueba. Finalmente, el mismo método de estudio resultaba cuestionable: se solían suministrar tests de inteligencia con base verbal, muy en boga después del conflicto mundial, que ponían en clara desventaja al grupo bilingüe.

Se pueden citar, a modo de ejemplo, algunos de los estudios descritos y comentados en la revisión de Balkan (1979). Por lo que concierne los años 20, entre 1922 y 1924, Saer aplicó tests verbales y no verbales sobre el modelo Stanford-Binet¹ a niños bilingües galés-inglés,

¹ Stanford-Binet es un test de inteligencia estándar, válido para menores de 23 años, que permite definir el cociente intelectual (CI). Elaborado por el pedagogo y psicólogo francés Alfred Binet (1857 - 1911), creador de los primeros estudios sobre la inteligencia y de los tests de inteligencia, en 1916 el test se tradujo al inglés y pasó a llamarse Test de Stanford-Binet. El test tiene una duración de unos 45 minutos, se caracteriza por la fuerte componente verbal en todos los niveles, y encierra preguntas de vocabulario, analogías e interpretación de proverbios. El examinador empieza presentando las pruebas en un nivel ligeramente por debajo de la capacidad mental que se espera de la persona examinada. Si el

pertenecientes a medios rurales y monolingües inglés de origen urbano. Según Balkan (1979), el mayor error metodológico de este estudio, además de la administración del cuestionable modelo Stanford-Binet, fue la falta de consideración del nivel socio-económico de la muestra. Entre los méritos de su trabajo, se puede reconocer como pionera la clasificación de los bilingües según la frecuencia de uso de cada lengua, mediante la técnica de asociación de palabras, basada en la respuesta inmediata de un sujeto a una serie de palabras estímulo en diferentes lenguas (en la que se anotaba la respuesta y el tiempo de reacción). Los estudios realizados por Garth en 1923 compararon los tests realizados por niños mexicanos e indios que vivían en EEUU. Los resultados llevaron a asociar la asimilación de la cultura americana con un mejor resultado en los tests. En un estudio de Goodenough de 1926, realizado con mayor rigor científico que los anteriores, apareció una elevada correlación entre los cocientes intelectuales (CI) medios de los niños originarios de diversos grupos de inmigrantes y la proporción de padres de cada grupo que habían adoptado entre ellos el inglés como vehículo de expresión; según sus resultados, los hijos de éstos se veían favorecidos en los tests de inteligencia verbales. La culminación de este primer período de la investigación en bilingüismo, caracterizada por la demostración de sus efectos negativos, podría situarse en el Congreso de Luxemburgo de 1928, organizado por el *Bureau International de l'Education pour l'étude des problèmes du bilinguisme à l'âge scolaire*, en el que se concluyó que el bilingüismo era una especie de plaga a la que los investigadores debían encontrar manera de poner remedio, ya que afectaba negativamente no solo al rendimiento o a la inteligencia general, sino también a la personalidad. Esta conclusión estaba entonces plenamente justificada por los resultados de los estudios realizados hasta la fecha, caracterizados, como mencionado, por evidentes fallos metodológicos en su diseño (Balkan, 1979; Lambert, 1981; Sanz, 1999).

En opinión de Balkan (1979), el rigor científico siguió faltando en los trabajos realizados en los años 30. En un estudio publicado en 1932 Pintner sometió el test Stanford-Binet a grupos monolingües y bilingües de tres escuelas de Nueva York; los resultados fueron inconcluyentes, sobre todo por el escaso rigor en la selección de la muestra: los niños fueron divididos entre los dos grupos dependiendo de su apellido. El año anterior, Haught (1931) había publicado un estudio diacrónico sobre niños mexicanos educados en EEUU observados desde los 7 hasta los 19 años, en el que constató un descenso regular en el CI de los sujetos en comparación con el grupo de control de niños americanos, sin hacer mención a las diferencias socioeconómicas entre americanos y mexicanos. De hecho, la situación de aislamiento de los inmigrantes mexicanos en Estados Unidos sería un factor a tener muy en cuenta.

En los años 30 los investigadores comenzaron a manifestar la exigencia de un tratamiento científico de los datos. Sánchez halló en 1932 que el Stanford-Binet, sometido a una población de escolares americanos de 8 años de clase media, contenía 114 palabras desconocidas por los niños mexicanos de la misma edad que comenzaban a seguir la enseñanza en escuelas americanas. El autor evidenciaba así la poca validez de ese test. Trabajando sobre un grupo de

examinador se equivoca en su apreciación inicial y el individuo tiene dificultades para responder a las primeras preguntas, el examinador retrocede a un nivel más fácil. Binet introdujo además el concepto de edad mental, o capacidad promedio que se supone posee un individuo y en particular un niño en una edad determinada. Este concepto llevó más adelante al de cociente de inteligencia (CI), que se calcula dividiendo la edad mental entre la edad cronológica y multiplicando por cien.

niños mexicanos con CI de 72, llegó, con una formación intensiva, a elevar el índice a 100 en dos años. El desajuste entre la lengua escolar y la lengua hablada en el hogar provocaba a veces también un retraso en el desarrollo de esta última. De hecho, en los años 30 se sometió el Stanford-Binet adaptado a niños hispano-americanos, obteniendo resultados inferiores a las normas corrientes de la época (Balkan, 1979).

A finales de los años 30 llegaron los primeros resultados positivos de bilingües en comparación con monolingües. Seidl (1937) realizó una encuesta en la que los bilingües obtenían resultados superiores a los monolingües en test de performance. Sin embargo, Balkan (1979) apunta que este investigador no ofreció indicaciones sobre cómo definió al grupo bilingüe. Por otro lado, en 1936 Hill comparó a niños americanos de origen italiano, dividiéndolos en dos grupos según el uso que hacían de la lengua de sus padres. En 1937 Arsenian publicó dos trabajos, en los que analizó los resultados de niños bilingües (judíos en un caso e italianos en otros), nacidos en EEUU y sometidos al Cuestionario de Hoffmann (el sujeto es puntuado según su grado de contacto con una lengua extranjera hablada en su entorno inmediato). La falta de diferencias significativas en los resultados de los grupos analizados le llevó a concluir que no existía necesariamente una relación entre el grado de bilingüismo y la puntuación alcanzada en los tests de inteligencia. En realidad, Balkan (1979) explica que el cuestionario de Hoffmann no es una medida objetiva del grado de bilingüismo, ya que analiza sobre todo el contacto del sujeto con una lengua distinta del inglés.

En los años 40 empezó a crecer el afán de rigor científico. Se identificaron como problemas la falta de acuerdo sobre el método de investigación y la ausencia de una medida común de bilingüismo. Spoerl (1943) estudió el papel del bilingüismo en dos aspectos: la adaptación afectiva del individuo en su identificación con el grupo y en su rendimiento universitario. La causa de estas dificultades fue imputada a la acción del medio, y no a los pretendidos problemas lingüísticos o psicológicos del aprendizaje de dos o más lenguas. La reacción más destacada de los inmigrantes era la de no sentirse pertenecer plenamente a ninguna de las dos culturas recibidas. Darcy (1946; 1953) contribuyó al estudio del bilingüismo con dos estudios. El primero, realizado en 1946 implicaba a un grupo de niños de escuela infantil, homogéneo cuanto a número, edad, sexo y profesión de los padres; el grupo de control estaba constituido por bilingües italo-americanos, que obtuvieron resultados claramente inferiores en el Stanford-Binet, pero mejores en tests de ordenación de objetos. Balkan (1979) observa que la corta edad de los sujetos (2-6 años) es un factor a tener en cuenta: un eventual déficit lingüístico a esas edades todavía se puede solucionar; también la definición del grupo bilingüe era, en su opinión, poco rigurosa. En el segundo estudio, de 1953, Darcy comparó a niños portorriqueños y neoyorkinos de una misma escuela primaria; el primer grupo obtenía resultados inferiores en los tests verbales, pero los mismos en los no verbales.

Las inquietudes metodológicas siguieron haciéndose evidentes en los años 50; Johnson, en un estudio de 1953, puso en discusión la práctica de la medida de la inteligencia de los niños mediante tests verbales o de realización. Interesante en su estudio la medida de bilingüismo adoptada, que se obtenía mediante la medida de los tiempos de reacción a estímulos en dos lenguas.

En términos generales, los problemas derivados de las encuestas realizadas hasta los años 60 eran la escasa o poco científica determinación de los grupos bilingües estudiados, tanto en el aspecto de la competencia lingüística como a nivel socioeconómico, y el uso de tests de inteligencia con base verbal como medida de inteligencia. Los resultados negativos de los sujetos bilingües en estas pruebas llevaron a considerar el bilingüismo como un factor altamente negativo en el desarrollo mental y en la adaptación social del individuo. Sanz (1999) hace notar que esta visión negativa del bilingüe, especialmente difundida en Estados Unidos, como un individuo con mentalidad, personalidad y entidad escindida, se debía a la asociación del bilingüismo con el estatus social de los grupos bilingües, normalmente inmigrantes². Los primeros estudios sobre bilingüismo realizados en Estados Unidos parecían estar diseñados para restringir la entrada de nuevos inmigrantes que venían del este y sur de Europa, y que parecían integrarse con más dificultad.

1.4.2 La revaloración del bilingüismo a partir de los años 60

A partir de los años 60 la opinión sobre los efectos del bilingüismo cambió radicalmente a raíz de una investigación realizada en 1962 por Elizabeth Peal y Wallace E. Lambert. Estos investigadores querían analizar el tema del bilingüismo-monolingüismo en Canadá, esperando encontrar un déficit en las personas bilingües, como sugería la literatura sobre el tema; querían esencialmente averiguar las componentes intelectuales implicadas en este déficit, para poder así desarrollar estrategias de compensación. Desde el punto de vista metodológico, la investigación fue diseñada con gran rigor. Los sujetos del grupo experimental fueron seleccionados según su capacidad lingüística relativa y fueron retenidos solo los que podían demostrar un bilingüismo equilibrado (habiendo obtenido una puntuación superior a 30 en los tests de asociación y descubrimiento de palabras francesas-inglesas); se trataba de 164 escolares, sobre un total de 364 (no exclusivamente monolingües, sino también bilingües a un grado inferior), de 10 años de 6 escuelas primarias en lengua francesa en Montreal. Los dos grupos experimentales fueron sometidos a tests verbales y no verbales. Los resultados del estudio fueron sorprendentes: los niños bilingües anglofranceses puntuaban significativamente más alto en las medidas verbales y no-verbales de inteligencia que los monolingües; los resultados sugerían además que los bilingües tenían una estructura intelectual más diversificada y flexible.

El trabajo de Peal y Lambert (1962) ha sido muy importante para la investigación sobre el bilingüismo, ya que se trata del primer estudio en que los bilingües resultaban claramente tener ventajas cognitivas en comparación con los monolingües. A partir de ese momento, se sucedieron un gran número de investigaciones con resultados similares. Hakuta (1987) recuerda algunos de los estudios más importantes realizados en las dos décadas siguientes: Ianco-Worrall en 1972 demostró que los niños bilingües tenían una mayor capacidad de comparar palabras semánticamente; según Cummins (1978) tenían más conciencia metalingüística, Galambos en su estudio de 1982 encontró mayor "orientación sintáctica" en los bilingües; Ben-Zeev en 1977 demostró su superioridad cuanto a conciencia de las reglas

² Sanz (1999) recuerda que el test Stanford-Binet, comúnmente empleado en estas pruebas, fue también utilizado en un estudio realizado en 1923 para clasificar las tropas americanas participantes en la primera guerra mundial: según el test, cuanto menor había sido la estancia en los Estados Unidos, menor resultaba ser el nivel intelectual del sujeto.

lingüísticas y sintácticas, y Bialystok (1987) especificó las componentes de esta mayor conciencia metalingüística, demostrando que los bilingües tenían un acceso más ágil a los conocimientos sobre el lenguaje y mayor habilidad para controlar los procesos lingüísticos y aplicarlos a situaciones concretas. La formación de conceptos y la capacidad de emplear el lenguaje para controlar los procesos cognitivos son otros procesos en los que los bilingües parecen aventajados.

Las explicaciones de estas posibles ventajas cognitivas de los bilingües son numerosas. En primer lugar, los bilingües parecen ser capaces de moverse muy ágilmente de una lengua a otra (Bialystok, 1987). Los niños bilingües manifiestan asimismo la capacidad de alcanzar niveles de abstracción más altos en comparación con los monolingües, lo que favorecería la conciencia lingüística. Según otros estudios (Hakuta, 1981), también tienen una mayor confianza en el lenguaje como instrumento de pensamiento, aumentando su empleo como mediador en tareas de carácter cognitivo.

1.4.3 El mundo actual: la necesidad de bilingüismo

Las ventajas del bilingüismo son hoy en día un aspecto incuestionable: a partir de la citada investigación de Peal y Lambert (1962), la opinión positiva sobre los efectos generales del bilingüismo no ha sido refutada. Desde hace décadas, el reconocimiento de las ventajas del conocimiento de varios idiomas, sobre todo en su adquisición precoz, ha encontrado su reflejo práctico en la búsqueda de métodos de educación multilingüe, hasta el punto que hoy en día ya no es concebible una educación en una sola lengua.

Los objetivos de la educación bilingüe son variados, y responden en muchos casos a las características y necesidades lingüísticas del territorio de aplicación³. Están en primer lugar programas bilingües que se proponen familiarizar a los alumnos con una o más lenguas extranjeras, para que puedan ser capaces de desenvolverse en nuestra sociedad cosmopolita. En otros casos, se proponen modalidades de enseñanza bilingüe en territorios en los que coexisten poblaciones con lenguas distintas, con el objetivo de facilitar la comunicación y la cohesión social entre los dos o más grupos. También hay programas de educación bilingüe destinados a los hijos de inmigrantes. Los modelos educativos son muy numerosos y varían según los casos desde programas de mantenimientos de la lengua minoritaria del inmigrante, hasta programas temporales de transición para poder integrar inmigrantes en un sistema educativo monolingüe, de inmersión lingüística o de enseñanza bilingüe en una lengua extranjera. Los resultados de estos programas son diversos, pero las investigaciones realizadas sobre el tema (Lambert, 1981; Hakuta, 1990) coinciden en el reconocimiento de los efectos positivos de la adquisición de dos lenguas. Según Cummins (1976), los efectos beneficiosos de la educación bilingüe son esencialmente tres: en primer lugar, la flexibilidad intelectual, derivada del cambio continuo de una lengua a otra; además, poseer dos códigos lingüísticos para entender una misma realidad aumentaría la conciencia metalingüística; finalmente, se reconocen también los aspectos positivos de la familiaridad con dos culturas. Sin embargo, a veces los programas de enseñanza bilingüe tienen efectos negativos, fenómeno que encuentra

³ Una revisión de los métodos de educación bilingüe superaría el alcance de nuestro trabajo; en este texto nos limitamos a mencionar brevemente algunos aspectos educativos relacionados con el bilingüismo y, para mayor detalle, remitimos al lector a Baker (1997).

una explicación en la “Teoría de los Umbrales” (*Threshold Hypothesis*), elaborada por el mismo Cummins (1976). Según esta teoría, la educación bilingüe tiene efectos cognitivos positivos si el alumno ha alcanzado un umbral mínimo de dominio de la primera lengua antes de introducir una segunda lengua en la enseñanza; de lo contrario, no podrá interpretar desde su primera lengua los significados de la segunda lengua y sus progresos escolares y lingüísticos se verán perjudicados. Una vez alcanzado este umbral mínimo, el bilingüismo se convierte en un factor positivo para el desarrollo intelectual. El éxito de algunos programas educativos bilingües en la actualidad permite poner en duda la hipótesis de Cummins (1976). Actualmente, de hecho, la introducción de la L2 como lengua de estudio se realiza en edad muy temprana, sin perjuicio, en general, del rendimiento del alumno (Baker, 1997).

El proceso de globalización al que está sujeto el mundo actual está creando un contexto de contacto entre todas las lenguas, que plantea un futuro pluricultural y plurilingüe, en el que las situaciones de monolingüismo parecen estar destinadas a desaparecer. El progreso técnico parece estar beneficiando de preferencia a las lenguas mayoritarias, y sobre todo el inglés. Sin embargo, en opinión de Hagège (2002), lejos de estar en un proceso de unificación lingüística, que abocaría al empleo de una lengua única (el inglés), las nuevas tecnologías, junto a la literatura, ofrecen herramientas muy importantes para la supervivencia de las lenguas minoritarias o amenazadas de desaparición. A pesar de los esfuerzos, es muy posible que desaparezcan idiomas que habían sobrevivido gracias al aislamiento. Eso no significa que nos estemos acercando a un monolingüismo universal: la movilidad de las personas y la tecnología de la información y de la comunicación multiplican las situaciones de bilingüismo y plurilingüismo, y con ello el número de personas capaces de expresarse en varios idiomas: el bilingüismo es el futuro.

CAPÍTULO 2. EL CEREBRO Y EL LENGUAJE

2.1 Breve historia de la neurolingüística

La búsqueda de la localización cerebral de los centros especializados para el lenguaje tiene una historia muy larga. Whitaker (1998) recuerda que los primeros casos de alteraciones del lenguaje de los que tenemos constancia remontan a la época faraónica (3000 a.C.), al corpus de Hipócrates (400 a.C.) y a textos latinos tanto de la época clásica (siglo I d.C.) como medieval (siglos X-XIV). El modelo más duradero de localización funcional de las áreas del cerebro fue la doctrina celular medieval, desarrollada por Galeno (130-220 d.C.)⁴ y que desembocará en su particular variante, la teoría ventricular, elaborada por los padres de la iglesia Nemesio (400 d.C.) y San Agustín (354-430 d.C.), con la aportación posterior de Avicena (980-1037), que duraría hasta la época de Descartes. Según la teoría ventricular, el lenguaje se situaría, junto a la memoria, en el tercer ventrículo; la asociación entre memoria y habla llevaba a interpretar los desórdenes del lenguaje como problemas de memoria.

La crítica renacentista, de corte fundamentalmente platónico frente al dogmatismo aristotélico imperante, posibilitó el resurgir de la ciencia moderna y el abandono del patrón escolástico medieval. Entre las obras de época renacentista destacan el compendio de Schenck y Von Grafenberg, *Observationes medicae de capite humano* (1548, citado por Whitaker, 1998), una síntesis de observaciones neuropsicológicas. Otro compendio de gran interés es el de Wepfer (1727, citado por Whitaker, 1998), que incluía importantes observaciones sobre las principales patologías del lenguaje. En esta época se desarrollaron también las teorías neurofisiológicas cartesianas, que también perduraron hasta el siglo XVIII.

Fue en el siglo XIX cuando la investigación empezó a hacerse más sistemática, y los estudios empezaron a ofrecer los primeros resultados duraderos. A principios de ese siglo destacan las contribuciones de frenólogos como Gall, Spurzheim y Hood (citados por Obler & Gjerlow, 2000). Los frenólogos creían que determinados rasgos de la personalidad o talentos peculiares se manifestaban en un mayor desarrollo de determinadas áreas del cerebro, con una consecuente variación en el tamaño del cráneo. Creían que la facultad del lenguaje se

⁴ Galeno considera al cerebro (constituido por una sustancia de consistencia blanda y movable en sus partes más anteriores y de textura más dura a nivel posterior, incluyendo el cerebelo) como el centro receptor de las sensaciones y establecía la existencia de tres tipos de nervios: blandos o de funciones sensitivas, con origen en las regiones más anteriores del cerebro, duros o de funciones motoras, originados en el cerebelo y cerebro posterior, y un tercer tipo asociado a la percepción dolorosa. Con el auge del cristianismo, las propiedades teológicas del alma cobraron mayor importancia. Como resumen López-Muñoz, Alamo y García-García (2010), en líneas generales, para los médicos medievales el cerebro constituía el asiento del alma, y mediante el *pneuma* operaba las facultades animales, sensaciones y movimientos, así como las tres potencias superiores o rectoras (fantasía, entendimiento y memoria). Cada una de estas potencias superiores residía en las tres celdas o ventrículos cerebrales: la fantasía en el ventrículo anterior, entendimiento (cogitativa, estimativa) en el medio, y memoria en el posterior.

localizaba en los dos lóbulos frontales; Gall supuso también la existencia de un centro encargado de la memorización de palabras y otro para la articulación del lenguaje. Estos estudios inauguraron un período de intensa búsqueda de la localización de las funciones cerebrales del lenguaje, que culminaría a finales del XIX en las obras clásicas de Broca, Meynert, Wernicke, Bastian y Jackson (Whitaker, 1998). Opler et al. (2000) recuerdan que, aunque Abercrombie en 1836 ya hablara de la asociación entre daños cerebrales en el hemisferio izquierdo y déficits lingüísticos, la hipótesis de que la facultad lingüística esté localizada en un área determinada del hemisferio izquierdo se suele atribuir al neurólogo francés Paul Broca. Éste tuvo el mérito de identificar la homónima área del cerebro, involucrada en la producción del habla, el procesamiento del lenguaje y la comprensión; llegó a esa conclusión después de varios estudios post-mortem sobre pacientes afásicos que presentaban un grave daño cerebral en esa región. Otro gran neurólogo de la época, que también contribuyó a localizar de forma más precisa de las funciones del lenguaje y dio nombre a una parte del cerebro, fue Karl Wernicke, cuyo objeto de estudio también fueron pacientes afásicos; la homónima zona de la corteza cerebral está implicada en la decodificación auditiva y en la comprensión del lenguaje.

Finalmente, alrededor de la segunda mitad del siglo XX, la neurolingüística dio otro giro y empezó a beneficiarse de la investigación en neurociencias experimentales y cognitivas. A principios del siglo XXI, la disciplina empezó a ampliar sus perspectivas, gracias a estudios procedentes de otras disciplinas, como la lingüística, la psicología y las ciencias cognitivas y la logopedia; además, la mejora en las técnicas de neuroimagen y de la simulación por ordenador del lenguaje y de los procesos cognitivos también contribuyó mucho al avance de la neurolingüística, aunque todavía no se ha llegado a descubrir totalmente la correlación entre las funciones lingüísticas y su eventual ubicación en el cerebro.

2.2 Los métodos de estudio del cerebro

El método clásico de estudio en neurolingüística es la observación de casos clínicos. Algunos de los primeros resultados obtenidos con este método de estudio han sido, como citado anteriormente, la localización de las facultades lingüísticas en el hemisferio izquierdo por Abercrombie en 1836, la delimitación del área de Broca en 1865 y del área de Wernicke en 1874. Obler et al. (2000) apuntan que los primeros estudios clínicos carecían de cierto rigor metodológico, problema que actualmente se intenta solucionar con una mayor atención a la definición de los síndromes.

A mediados del siglo pasado se desarrolló una técnica que permitió determinar el hemisferio dominante en el lenguaje en un cerebro sano, a través de la anestesia de un hemisferio. La técnica se conoce como Test Wada y consiste en la inyección en la carótida de un anestésico (amital sódico), que inactiva la función de los territorios irrigados por las distintas arterias cerebrales, provocando una hemiparesia contralateral al hemisferio anestesiado. Durante este período de hemiparesia, se realiza una evaluación de cuatro áreas del lenguaje: la memorización de secuencias lingüísticas, la comprensión, la denominación y la repetición. Los resultados de este tipo de test ratificaron la hipótesis de que las facultades lingüísticas se sitúan mayoritariamente en el hemisferio izquierdo (Maestú, 1998).

El estudio de la localización de las facultades lingüísticas en el cerebro se benefició también de los experimentos realizados con pacientes con cerebro dividido. En condiciones normales, los dos hemisferios cerebrales comunican entre sí a través del cuerpo caloso e intercambian los datos procedentes de las dos partes del cuerpo (campos visivos, oídos, sensaciones). En ciertas situaciones patológicas (pacientes epilépticos, comisuroromías), los dos hemisferios están incomunicados. En Obler et al. (2000) se explica que uno de los experimentos realizados con estos pacientes consiste en sentar al sujeto en una mesa con una barrera que impide la vista de los objetos situados al otro lado; si el paciente toca el objeto con la mano izquierda, la información táctil es transmitida al lado derecho del cerebro y el paciente es incapaz de nombrar el objeto, mientras que con la mano derecha ocurre exactamente lo contrario.

Obler et al. (2000) recuerdan asimismo que en época más moderna, a principios del siglo XX, se desarrolló la técnica de la estimulación cortical, que permitió identificar con mayor precisión las áreas del hemisferio izquierdo que intervienen en el lenguaje⁵. Se realiza mediante la aplicación directa sobre el córtex a explorar de un electrodo, que aplica estímulos eléctricos. Si se tiene que investigar la facultad del lenguaje, la aplicación de los electrodos se realiza bajo anestesia local, con la participación del paciente. Si se está estimulando una zona implicada en el habla, la capacidad de nombrar o, más en general, de realizar tareas lingüísticas se perturba. Esta técnica se emplea normalmente con pacientes epilépticos para preparar intervenciones quirúrgicas.

⁵ En realidad la técnica de estimulación eléctrica fue utilizada ya a finales del siglo XIX, en un intento de contestar a la pregunta de si el córtex cerebral era "excitable" o pasivo. Los primeros resultados de estos tipos de estudios fueron relatados por Barthlow (1874, citado por Whitaker, 1998), que probó así por primera vez la localización de las funciones corticales.

Recientemente se han aplicado diversas técnicas radiológicas al estudio del lenguaje: la TAC (Tomografía Axial Computerizada), la TEP (Tomografía por Emisión de Positrones) y la IRM (Imagen de Resonancia Magnética). Como explica Ahlsén (2006), en todas estas técnicas el cerebro se somete a rayos X, y luego unos programas informáticos convierten las imágenes en un mapa cerebral. En la TAC los rayos X ofrecen una imagen bidimensional de distintas porciones del cerebro en blanco, gris y negro, dependiendo de la intensidad de los rayos. La IRM mide la actividad magnética de núcleos atómicos de hidrógeno; las señales electromagnéticas proporcionadas por los átomos de hidrógeno son registradas en un ordenador y convertidas en imágenes en blanco, negro y gris; se trata de un método no invasivo que ofrece una visión muy clara. La TAC y la resonancia magnética son útiles para localizar las lesiones cerebrales. Por otro lado, el escáner TEP registra los cambios fisiológicos acontecidos en las células del cerebro mediante la detección de rayos gama que se desprenden tras la inyección de un líquido conteniente un isótopo radiactivo. Aunque la resolución espacial y temporal no es óptima, este método tiene la ventaja de poder proporcionar una imagen en movimiento de la actividad cerebral.

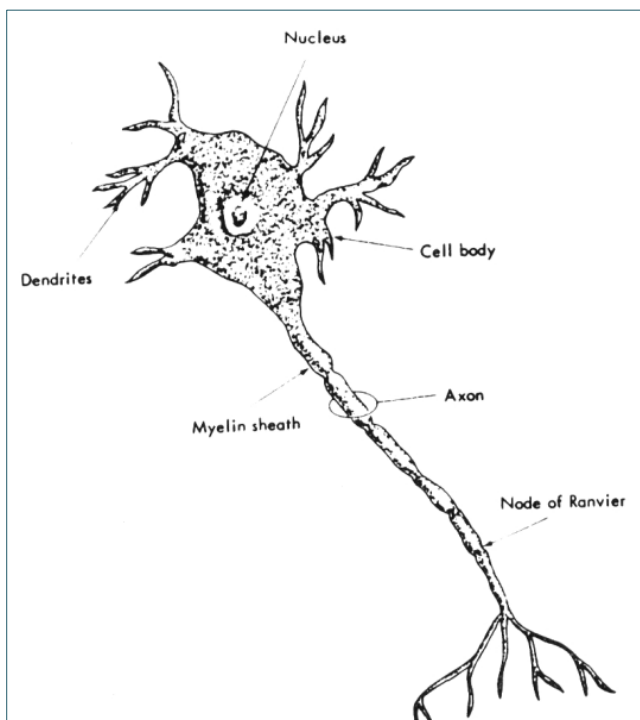
En la actualidad se están perfeccionando estas técnicas y desarrollando nuevas, con el objetivo de conseguir imágenes del cerebro en alta resolución y en tiempo real. Papanicolaou, Simos y García (1998) describen una técnica que está ofreciendo muy buenos resultados, la de los potenciales evocados (PE), que se emplea fijando electrodos en el cuero cabelludo de sujetos normales y observando qué electrodos registran una actividad eléctrica después de un estímulo. Los estudios realizados con esta técnica han permitido registrar la actividad eléctrica que precede al habla o sigue un estímulo lingüístico, haciendo posible una rápida identificación de sucesos eléctricos muy pequeños, situados en una mínima fracción de las neuronas cerebrales. Caplan (1992) tiene la esperanza de que el análisis de este tipo de resultados, aunque parezca complicado, permita investigar ciertos aspectos del lenguaje en sujetos normales, y elaborar así teorías fisiológicas sobre el lenguaje más precisas. Por otro lado, otra técnica exitosa es la Resonancia Magnética Funcional (RMf), que, mediante la localización de los cambios en el nivel de oxígeno en el cerebro, ofrece una serie de instantáneas de la actividad cerebral, sin emplear componentes radioactivas y con mayor resolución y velocidad que la TEP. También se está empezando a aplicar la magnetoencefalografía al estudio neurolingüístico, técnica que permite registrar minuto a minuto los cambios en los campos magnéticos generados en el interior del cerebro como consecuencia de un determinado estímulo. Se trata de una técnica no invasiva, con la que se puede localizar eventos intracerebrales, y entre ellos, muchas tareas lingüísticas.

2.3 Las bases neurológicas del lenguaje

Es sabido que el cerebro controla todas las actividades, motoras y mentales, del ser humano, y entre ellas el lenguaje. El proceso exacto de mediación del cerebro entre nuestros pensamientos y su expresión lingüística no ha llegado todavía a conocerse por completo. Sin embargo, se han podido al menos localizar las regiones del cerebro implicadas en las distintas componentes del lenguaje humano, y su conexión con el resto del cuerpo a través del sistema nervioso periférico. Para poder examinar la organización cerebral del lenguaje, es necesario definir previamente algunos aspectos básicos de la anatomía y fisiología del sistema nervioso.

2.3.1 El sistema nervioso

El sistema nervioso humano comprende el sistema nervioso central (SNC), compuesto por cerebro y médula espinal, y el sistema nervioso periférico (SNP), constituido por los nervios procedente de la base del cerebro y de la médula y que van al resto del cuerpo.



Las células que componen el sistema nervioso se llaman neuronas y están compuestas por un cuerpo celular y una o más prolongaciones (Fig. 1). Las prolongaciones que reciben los impulsos exteriores del cuerpo celular se llaman dendritas, mientras que la extensión que saca los impulsos fuera del cuerpo celular se denomina axón. En comparación con las dendritas, que tienen una longitud muy reducida, los axones pueden ser muy largos, conectando el cerebro al resto del cuerpo.

Fig. 1: Neurona

López (2007) ofrece una explicación bastante clara del funcionamiento de la transmisión de las señales nerviosas, que pasan de una célula a otra mediante conexiones denominadas sinapsis. Las neuronas en reposo tienen un potencial de -65 mV. Las señales procedentes de otras neuronas pueden cambiar este potencial, hasta que alcance un valor positivo de $+40$ mV. El impulso creado se difunde a lo largo del axón de la neurona y cuando llega al extremo de la fibra muscular tiene que pasar a la siguiente neurona. La parte terminal de una fibra está separada de la siguiente por un pequeño espacio, por lo que se transmite a través de una señal química, la liberación de una sustancia neurotransmisora, como la acetilcolina.

El haz de nervios que conectan el cerebro y las partes periféricas del cuerpo se denomina médula espinal, y está ubicada en el centro hueco de la columna vertebral. La médula espinal

continúa extendiéndose dentro de la bóveda craneal, donde está unida al bulbo raquídeo; entre el bulbo raquídeo y el cerebro se encuentra el cerebelo, una estructura clave para la coordinación de todas las partes del cuerpo.

2.3.2 El cerebro

Los hemisferios cerebrales

El cerebro está dividido en dos hemisferios, el izquierdo y el derecho, conectados por fibras de materia blanca, las más importantes de las cuales son el cuerpo caloso y la comisura anterior (Fig. 2).

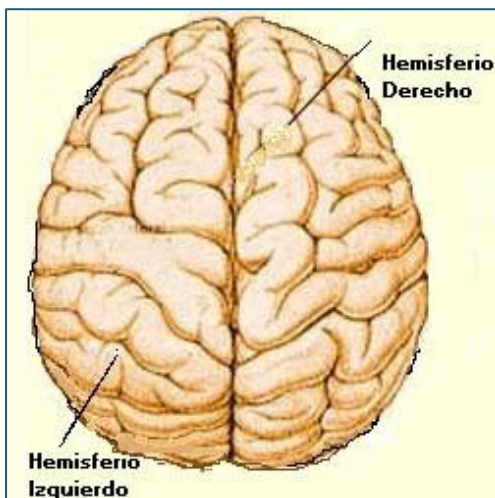


Fig.2. Los hemisferios cerebrales

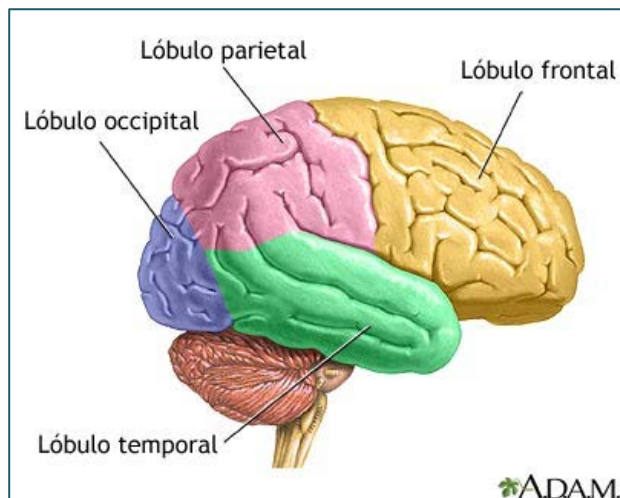


Fig. 3. Los lóbulos cerebrales

Regiones corticales y subcorticales

La superficie de los hemisferios cerebrales se denomina córtex, y su superficie presenta numerosas circunvoluciones. Cada hemisferio se divide en cuatro lóbulos: el lóbulo frontal, el temporal, el parietal y el occipital (Fig. 3). La cisura de Rolando separa los lóbulos frontal y parietal, mientras que la de Silvio separa el lóbulo temporal del frontal y parietal. En la cisura que divide los lóbulos temporal y parietal se encuentra el área basal temporal, muy importante para el lenguaje y más desarrollada en el hemisferio izquierdo.

La superficie externa de ambos hemisferios está compuesta por una capa de células nerviosas y se denomina materia gris. Debajo de esta capa superficial se encuentra la sustancia blanca, que define las regiones subcorticales y está compuesta prevalentemente por fibras nerviosas. Aunque las zonas corticales estén más involucradas en el lenguaje, ciertas áreas subcorticales también se ven influidas por algunos aspectos de las tareas lingüísticas, como la cápsula interna (implicada en la afasia), la zona a lo largo de la ínsula y el fascículo arqueado.

El cerebro humano no es un simple cúmulo de redes neuronales: las distintas partes del cerebro tienen diversa estructura celular. A finales del siglo XIX, Korbinian Brodmann (1878, citado por Liebermann, 2000) propuso una distinción funcional entre los varios tipos de células que componen la superficie cortical del cerebro. Las áreas fueron numeradas del 1 al 52 (y

algunas de ellas subdivididas), organizándolas según los tipos de tejidos que poseen células nerviosas.

La corteza cerebral y el lenguaje

El lenguaje es una facultad muy compleja, que implica numerosos procesos cerebrales y mecánicos. Entre las numerosas áreas del cerebro implicadas en el lenguaje, hay que considerar primer lugar las zonas implicadas en el control de la musculatura y en la recepción de los estímulos sensoriales (Fig. 4).

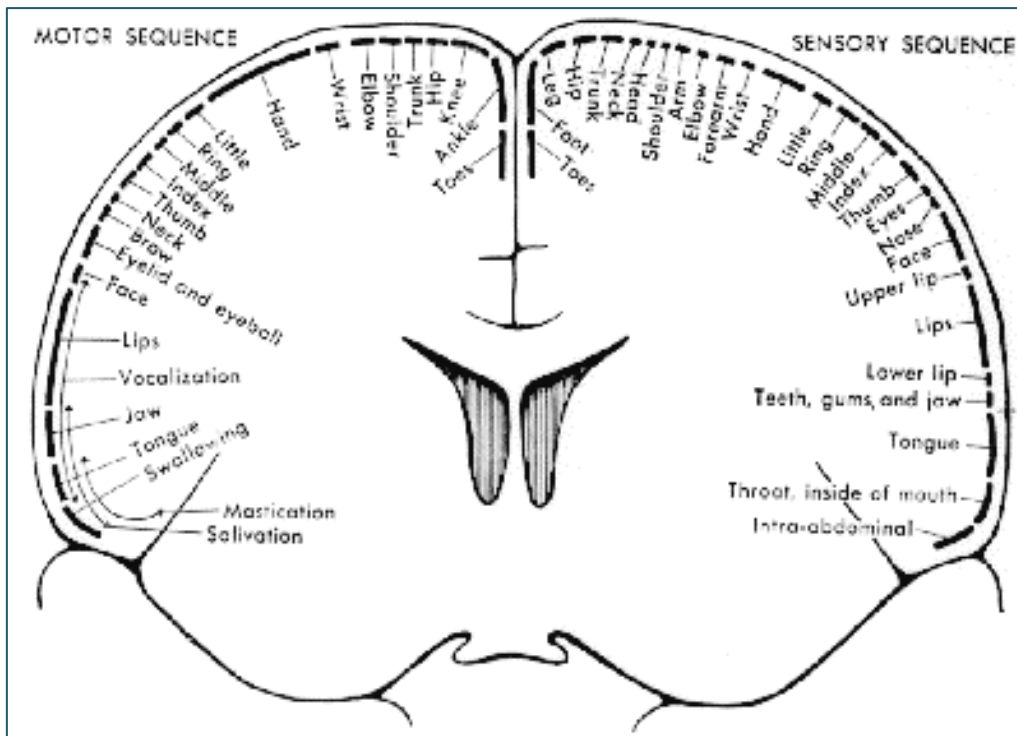


Fig. 4. Áreas motora y somatosensorial

El área motora primaria del cerebro, ubicada en el córtex, está constituida por fibras que se unen a neuronas motoras, responsables de la generación del movimiento. La estimulación eléctrica de las células de esta área ha permitido determinar dónde se originan los impulsos nerviosos que controlan la musculatura en varias zonas del cuerpo. Si se estimula un área cerebral en un hemisferio, se obtendrá respuesta en la parte del cuerpo opuesta, ya que la mayoría de las fibras nerviosas se cruzan al lado opuesto. Además del control muscular, están implicadas en la comprensión del lenguaje las áreas somatosensoriales, que reciben la información sensitiva enviada al cerebro por las distintas partes del cuerpo. Estas áreas se sitúan a lo largo de la cisura de Rolando, desde el área motora. El área somatosensorial primaria está en la parte frontal del lóbulo parietal.

Muy importante para el lenguaje es también el área primaria para la recepción de los estímulos visuales, situada en el lóbulo occipital. Como veremos con más detalle posteriormente, los estímulos llegan al cerebro desde los campos visuales: el ojo izquierdo manda al hemisferio derecho información sobre el campo visual izquierdo, mientras que el ojo

derecho la envía al hemisferio izquierdo. Los estímulos auditivos son recibidos en la circunvolución de Heschl, también mediante vías contralaterales.

Entre las áreas del córtex que desempeñan una función más clara en el lenguaje, se encuentran el área de Broca y el área de Wernicke. Frente al área motora primaria se encuentra el área de Broca, implicada en la planificación motora que requiere el habla. Junto a la circunvolución de Heschl, al contrario, se encuentra el área de Wernicke, necesaria para la comprensión de los estímulos auditivos. Desde esta zona se extiende el lóbulo parietal inferior, constituido por la circunvolución supramarginal y la angular, consideradas como áreas de asociación terciarias, que, además de los lóbulos temporal, parietal y occipital, conectan las áreas de asociación secundarias para los procesamientos auditivo, visual y somático (Fig. 5).

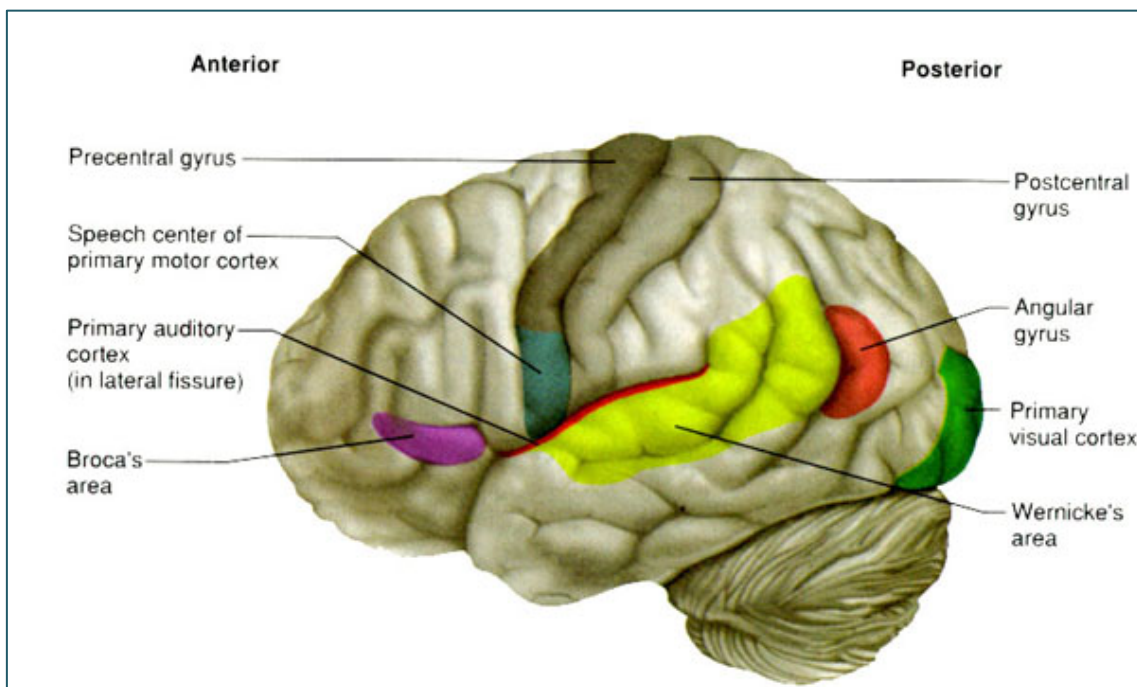


Fig. 5. Áreas del córtex implicadas en el lenguaje

La participación del hemisferio derecho en el lenguaje

En la cisura que divide los lóbulos temporal y parietal se encuentra el área basal temporal, muy importante para el lenguaje y más desarrollada en el hemisferio izquierdo. Se considera que fue Paul Broca en 1865 el primer estudioso en afirmar que el lenguaje es responsabilidad del hemisferio izquierdo en la población diestra. Los datos aportados por el estudio de trastornos afásicos, apoplejía y tumores aportaron la evidencia experimental suficiente para ratificar la hipótesis de Broca. Sin embargo, actualmente se defiende cierta participación del hemisferio derecho en las tareas lingüísticas.

Obler et al. (2000) citan los resultados de estudios realizados con pacientes que padecen lesiones cerebrales o comisurotomizados, que han demostrado una superioridad hemisférica derecha para el reconocimiento de melodías y para los elementos prosódicos del lenguaje, tanto oído como hablado; también es reconocida la superioridad del hemisferio derecho en el análisis de las propiedades emocionales del entorno. El test de Wada, mencionado

anteriormente y consistente en la anestesia transitoria de un hemisferio cerebral, aportó datos similares.

Los resultados de los estudios sobre pacientes zurdos indican que la dominancia cerebral para el lenguaje no es la misma dependiendo del lado dominante: Bryden, Hécaen y De Agostini (1983) documentan que los diestros desarrollan de forma abrumadora una afasia después de lesiones en el hemisferio izquierdo y no tras lesiones en el derecho; por otro lado, los zurdos, aunque suelen manifestar afasia tras lesiones el hemisferio izquierdo, desarrollan también este tipo de trastornos en caso de lesión en el hemisferio derecho, mostrando así una dominancia del hemisferio derecho o bilateral de las funciones lingüísticas. Parece que la prevalencia de un hemisferio u otro en el lenguaje esté también relacionada con la presencia de zurdos en la familia de origen, hecho que podría influir en la dominancia hemisférica en personas zurdas o en la capacidad del hemisferio derecho para hacerse cargo de algunas funciones lingüísticas en caso de lesión cerebral. Según Luria (1947), otro factor influyente en la dominancia de un hemisferio u otro podría ser el grado de predominio manual diestro o siniestro de un individuo, ya que parece que si un individuo diestro tiene la costumbre de emplear la mano izquierda, tendrá una organización cerebral más bilateral. Por otro lado, según Bryden et al. (1983), el género también parece ser un factor influyente en la dominancia hemisférica, ya que es posible que las mujeres tengan más posibilidad de una predominancia bilateral que los hombres, cuestión que permanece actualmente abierta⁶.

Asimismo, una serie de estudios realizados con pacientes diestros con lesiones cerebrales en el hemisferio derecho ha permitido concluir que este hemisferio podría tener un papel importante en aspectos emocionales relacionados con el lenguaje, como la entonación y ciertos tipos de inferencias lógicas⁷. Estudios recientes, realizados tanto mediante autopsia, como a través de tomografía computadorizada (TAC), han ratificado la hipótesis de la asimetría funcional y anatómica entre los dos hemisferios.

Por otra parte, Obler et al. (2000) comentan estudios realizados con niños con lesiones cerebrales, que demostraron que el hemisferio derecho puede asumir las funciones del lenguaje en caso de lesión cerebral, permitiendo una recuperación total de las facultades lingüísticas si la lesión y la posterior rehabilitación se realizan antes del que Lennenberg (1967)

⁶ McGlone (1978) detectó un descenso significativo en los resultados del C.I. verbal después de lesiones en el hemisferio izquierdo en hombres, pero no en mujeres. Según Bryden et al. (1983), solo un 80% de las mujeres diestras tienen una dominancia total del hemisferio izquierdo para el lenguaje. Sin embargo, estos mismos investigadores admiten que no existen datos suficientes para afirmar con seguridad la variación sexual en la dominancia cerebral.

⁷ Ross y Mesulam (1979) han detectado entonaciones anormales en pacientes con daños en el hemisferio derecho, hecho relacionado con la capacidad para expresar lingüísticamente estados emocionales. Otros importantes estudios, como el de Gardner, Brownell, Wapner y Michelow (1983) evidenciaron que los pacientes con lesiones en el hemisferio derecho tenían dificultades para comprender chistes o, según el estudio de Joannette, Goulet, Ska, y Nesoulous (1984), resultan incapaces de entender la secuencia lógica de un relato, distinguiendo sus partes principales y las funciones de los detalles. Finalmente, en los casos en los que los pacientes con lesiones en el hemisferio derecho tenían déficits en la producción y comprensión, éstos eran muy leves (Joannette, Lecours, Lepage & Lamoureux, 1983).

denominó “periodo crítico”⁸. Los datos de estas investigaciones le permitieron elaborar la hipótesis de la “equipotencialidad” (*Equipotentiality Hypothesis*) de los dos hemisferios, según la cual al principio del desarrollo del lenguaje, los dos hemisferios están igualmente implicados en la conducta lingüística, pero con el tiempo emergería la dominancia hemisférica izquierda. Actualmente se cree que la equipotencialidad de los hemisferios, aun existiendo en parte, no puede ser totalmente perfecta. Opler et al. (2000) explican que el hemisferio izquierdo posee un *planuum temporale* más extenso, lo que supone un mayor desarrollo de este hemisferio; además, experimentos realizados con niños recuperados de lesiones cerebrales⁹ demostraron que el hemisferio derecho no es capaz de hacerse cargo de todas las funciones del lenguaje.

Desde el punto de vista evolutivo, la asimetría de los hemisferios cerebrales constituye la principal diferencia entre los seres humanos y otros mamíferos. Comparando los cerebros de varios mamíferos, como conejos, gatos, macacos, chimpancés y seres humanos, López (2007) evidencia un progresivo aumento del tamaño del cerebro, máximo en el ser humano, y una evolución desde la parte posterior a la anterior. La asimetría de los hemisferios es el paso ulterior de esta etapa evolutiva.

Sin embargo, la lateralización de las funciones cerebrales no es absoluta: la percepción sensorial activa a ambos hemisferios al mismo tiempo y parece existir una preferencia funcional en cada hemisferio: el izquierdo es más proclive a las funciones analíticas, mientras que el derecho a las sintéticas. Esta preferencia funcional tendría su reflejo también en el plano lingüístico. Según la “Hipótesis del Foco” (*Focusing Hypothesis*) defendida por Wray (1992), durante la etapa de adquisición del lenguaje el hemisferio izquierdo enseñaría al derecho unos modelos lingüísticos estándar (fórmulas), de manera que el hemisferio derecho pueda interpretar globalmente el lenguaje y el izquierdo se pueda concentrar en las ideas que vehicula la expresión lingüística. Desafortunadamente, es imposible verificar de forma experimental esta hipótesis, pero sigue pareciendo interesante su enfoque de las relaciones entre los dos hemisferios en las tareas lingüísticas.

Según López (2007) existirían dos procesos paralelos para el procesamiento del lenguaje por el cerebro; uno analítico, situado en el hemisferio izquierdo, y uno sintético, situado en el derecho. El hemisferio derecho se encarga de procesar las percepciones espaciales, lo que le permite procesar el lenguaje. El hemisferio derecho, en opinión del autor, podría manejar conceptos gestálticos, es decir, de naturaleza holística, solo una vez que haya reconocido sílabas, palabras, frases, oraciones y sus componentes, elementos de naturaleza topológica,

⁸ Según la “hipótesis del período crítico” (*critical period hypothesis*), formulada por Eric Heinz Lenneberg (1967), al alcanzar la pubertad el cerebro perdería sensiblemente capacidad para aprender una lengua. Una vez que el cerebro ha superado una cierta etapa evolutiva, al aprendiente le resulta difícil acceder al Dispositivo de Adquisición del Lenguaje y a la Gramática Universal. Lenneberg (1967) se basó en argumentos fisiológicos, tales como modificaciones en la composición química de la corteza cerebral, en la sustancia blanca, en la neurodensidad o en la frecuencia de las ondas cerebrales.

⁹ Por ejemplo, los estudios realizados por Dennis y Kohn (1975) sobre niños y adultos a los que se les había extirpado un hemisferio como mínimo seis años antes, sugirieron que el hemisferio derecho no es enteramente capaz de hacerse cargo de las funciones del lenguaje, hecho evidente sobre todo al realizar pruebas gramaticales, como las relacionadas con oraciones pasivas reversibles.

que se pueden representar mediante modelos geométricos, es decir, basados en características espaciales¹⁰.

2.3.3 Otros componentes del sistema nervioso implicados en el lenguaje

Además de las zonas corticales izquierdas, otras estructuras nerviosas intervienen en la conducta lingüística. Entre las áreas subcorticales, destacan la médula espinal, el tronco cerebral, el sistema extrapiramidal, implicados en las actividades motrices, el cerebelo, que recibe información dirigida desde el centro hasta la periferia, y los núcleos tálamicos, que funcionan como conmutadores entre la periferia y el córtex primario correspondiente. Las estructuras subcorticales, cuyo papel en las funciones lingüísticas ha sido debatido desde la época de Broca, influyen en varios aspectos del control motor, como la coordinación, cognitivos, como la memoria operativa, y del lenguaje. Su importancia es especialmente evidente en la regulación del habla desde el punto de vista motor, en la comprensión de la sintaxis y en otras tareas cognitivas. Por ejemplo, el tálamo, y más específicamente el núcleo lateral ventral del mismo, tiene una función de alerta; Crosson y Nadeau (1998) creen que en ausencia de un funcionamiento normal del tálamo los mecanismos corticales asociados al lenguaje no son suficientemente estimulados para permitir el desempeño de las funciones lingüísticas habituales. Por lo que concierne al núcleo caudado y al putamen, los mismos autores creen que estas áreas reciben importantes proyecciones sensoriales, permitiendo la codificación y descodificación tanto de los estímulos sensoriales (auditivos, visuales y somestésicos) como del mismo lenguaje.

Asimismo, intervienen en el lenguaje estructuras corticales distintas de las del hemisferio izquierdo, más directamente implicadas en la conducta lingüística. Diversas estructuras corticales del lóbulo frontal parecen importantes para el control neurofisiológico del lenguaje. Por otro lado, el área motriz suplementaria, situada en la base de la primera circunvolución frontal interna, parece tener un papel suplente en caso de lesión de las áreas del lenguaje propiamente dichas.

¹⁰ La Topología General es la parte de las matemáticas que estudia el espacio en sentido abstracto. Según la definición ofrecida por López (1989), un espacio topológico es un conjunto de elementos X junto a subconjuntos T capaces de limitar a los términos de X. Los elementos abiertos (T) son descriptores de los cerrados, mientras que los cerrados (X) son los descritos y son precisos y delimitados. En gramática liminar los abiertos son los signos metalingüísticos, mientras que los cerrados son los signos lingüísticos. En opinión de López (1989), la validez de la aplicación del modelo topológico al lenguaje es justificada por múltiples razones. Por su característica de espacio abierto y cerrado y por su relación entre elemento descrito y descriptor, el modelo topológico es capaz de explicar la dialéctica entre lenguaje y metalenguaje. Al mismo tiempo, la oposición abierto/cerrado, descrito/descriptor constituye una plasmación clara de la oposición gestáltica entre figura y fondo, básica en la lingüística perceptiva. Finalmente, la formulación del espacio topológico se puede adaptar también a cuestiones lingüísticas como la eventual existencia de una gramática universal (X), capaz de dar cuenta de todas las lenguas naturales (T).

2.4 Los componentes del lenguaje

Los estudios realizados con pacientes que padecen trastornos del lenguaje y la posibilidad de utilizar los nuevos escáneres cerebrales han permitido conjeturar una localización detallada del lenguaje en el cerebro, pero no está claro que determinados subcomponentes del procesamiento lingüístico estén localizados en las mismas áreas del cerebro en todos los individuos, variación que Caplan (1992) recuerda que podría depender también de causas genéticas, ambientales, orgánicas y fenomenológicas.

En el análisis de las funciones cerebrales relacionadas con el lenguaje, hay que tener en cuenta los distintos componentes del proceso lingüístico: la recepción, la codificación y la producción, además de lectura, escritura y discurso. Según el paradigma modularista, las funciones del lenguaje se sitúan en determinadas áreas del cerebro (Tabla 2).

Área cerebral	Función
Parte frontal del lóbulo parietal a lo largo de la cisura de Rolando	Procesamiento de las sensaciones Unida con las áreas del habla y auditiva
Área frente a la cisura de Rolando	Funcionamiento motor Interviene en el habla y en la escritura
Área de Wernicke (parte posterior y superior del lóbulo temporal)	Comprensión del habla
Giro de Heschl (parte superior los lóbulos temporales)	Recepción auditiva
Área de Broca (Parte posterior e inferior del lóbulo frontal)	Codificación del habla
Centro de Exner	Control motor de la escritura
Área posterior del lóbulo occipital	Procesamiento de las entradas visuales

Tabla 2: Algunas áreas del cerebro implicadas en el procesamiento del lenguaje según el enfoque modularista

Como veremos más en detalle, el procesamiento del lenguaje hablado se produce en el sistema auditivo. En la decodificación de los sonidos, o sea en la comprensión, interviene el área de Wernicke, que da acceso a una red de asociaciones corticales que asignan significado a las palabras. La repetición, el habla espontánea y la producción dependen, al contrario, del área de Broca. Esta área de la corteza programa las neuronas de la corteza motora adyacente, preparando las señales que llegan a boca y laringe. Otras zonas del cerebro también intervienen en el procesamiento de fonemas y en la comprensión y producción del lenguaje y del habla. La lectura, o sea la percepción visual del lenguaje, depende principalmente de la corteza occipital. La escritura, es decir la producción motora del lenguaje, se realiza gracias a la activación de motoneuronas que se proyectan hacia el brazo y la mano. El discurso y la conversación, que constituyen el habla expresiva, se producen, por otra parte, por la actuación de un conjunto de sistemas neurológicos, como el tálamo, los ganglios basales, etc. Estas y otras vías forman el circuito cortical para la comprensión y la expresión del lenguaje situado en

el hemisferio izquierdo. Además, otros centros corticales y subcorticales (tálamo, ganglios basales, núcleo caudado, putamen), que participan en procesos cognitivos y en funciones motoras, se proyectan hacia la corteza del lenguaje primaria e influyen en su contenido.

Al paradigma modularista, la lingüística moderna ha propuesto otro modelo, que López (2007) denomina conexionismo, según el cual las actividades mentales se deben a conexiones y redes neuronales. Según el autor este enfoque que permitiría justificar las reglas gestálticas que subyacen a la organización del lenguaje según la lingüística perceptiva; además, se adapta a los modelos de redes neuronales realizados en el ámbito de la inteligencia artificial.

2.4.1 Producción oral

La teoría tradicional de las áreas de Broca y Wernicke localiza la producción del habla en la tercera circunvolución frontal del neocórtex. Los estudios con el escáner PET realizados por Peterson, Fox, Posner, Mintun y Raichle (1988), relevaron cierta actividad también en el córtex motor primario y premotor y una activación bilateral de las zonas alrededor del área de Broca. Ulteriores estudios, registran actividad desde el córtex motor hasta la zona auditiva. Además, en la producción del habla están implicados también la cavidad oral, la laringe y los conductos supralaríngeos, el denominado tracto vocal. La emisión de sonidos se produce al espirar gracias a una vibración particular de las cuerdas vocales, junto a una determinada ubicación del tracto bucoalaríngeo. Rondal y Seron (1991) explican que el movimiento de los músculos que están implicados en el habla se debe a varios nervios: el trigémino controla la mandíbula inferior, el nervio facial los músculos de la cara, el glossofaríngeo el velo paladar y la faringe, el nervio recurrente los músculos de la laringe, y el nervio hipogloso permite los movimientos de la lengua. La orden motriz parte del córtex motor primario, específicamente de la base de la circunvolución frontal ascendente, donde está representada esta parte del cuerpo. Cada área cortical primaria controla generalmente la motricidad del lado opuesto.

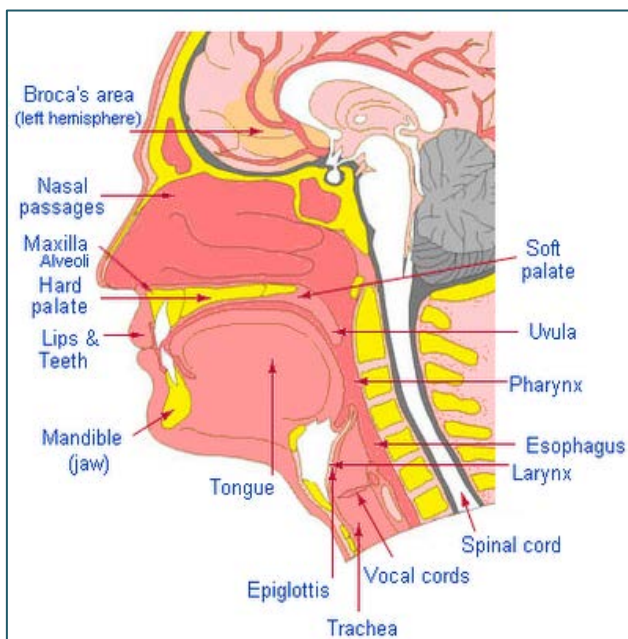


Fig. 6. Órganos implicados en la producción del lenguaje

Por lo que concierne a los aspectos periféricos de la fonación, el principal activador del sistema es el aire espirado. La intensidad del sonido emitido depende de la presión del aire comprimido, el timbre depende de las características de las cuerdas vocales, y la altura depende de la vibración de las cuerdas vocales. Se emiten dos tipos de sonidos: las vocales, creadas por resonancia del sonido laríngeo, formado en la zona faríngea y bucal, y las consonantes, generadas por los ruidos del aire al circular por las cavidades supralaríngeas, colocadas en una determinada posición.

2.4.2 Producción escrita

El control neurofisiológico de los movimientos de la escritura es similar a los mencionados para la producción oral. Según la explicación de Rondal et al. (1991), el mensaje neuronal se genera en el área motriz primaria, en una zona adyacente a la que controla el aparato fonador, y se transmite por vía piramidal a las motoneuronas contralaterales de la región cervical, que, a su vez, envían la señal a las regiones proximales (plexo braquioescapular) y distales (nervio radial, medial y cubital) del arto superior. Hay que señalar que, debido a la precisión de los movimientos que se tienen que realizar para la producción tanto oral como escrita, la representación cerebral de los músculos de la mano y de la cara es la más precisa de todo nuestro cuerpo, por encima de cualquier otro órgano.

Ahlsén (2006) recuerda que existen tres tipos distintos de puntos de partida para escribir palabras: el léxico semántico, por ejemplo cuando escribimos algo que estamos pensando, palabras escritas, en el caso en que se esté copiando, o bien un input oral, como en el caso de un dictado o cuando se toman apuntes. A partir de estos estímulos, se producen una serie de grafemas, disponibles en un léxico de palabras-grafemas. El acceso a este “vocabulario” de grafemas se produce directamente desde el sistema semántico, por input visual, o bien por medio del input fonológico, mediante un proceso contrario a la lectura, la conversión de fonemas a grafemas.

2.4.3 Comprensión auditiva

La comprensión oral del lenguaje empieza con la captación de sonidos por nuestras vías auditivas (Fig. 7). El sonido es una vibración del aire ambiental, que es captada por el tímpano; éste provoca una movilización de los huesecillos del oído medio, que, a su vez, inducen una movilización de la endolinfa, un líquido situado en el oído interno. Esta señal desplaza diversas membranas, como las pestañas de las células ciliadas, que provoca la emisión de acetilcolina, un neurotransmisor. La señal mecánica se convierte así en nerviosa y es transmitida al nervio acústico. Un segundo relevo se verifica al nivel del núcleo VIII del nervio craneano: a través de la oliva y del lemnisco, los mensajes se unen al colículo inferior, al tálamo, y finalmente al área auditiva primaria del córtex cerebral, situada en la circunvolución de Heschl, en el lóbulo temporal.

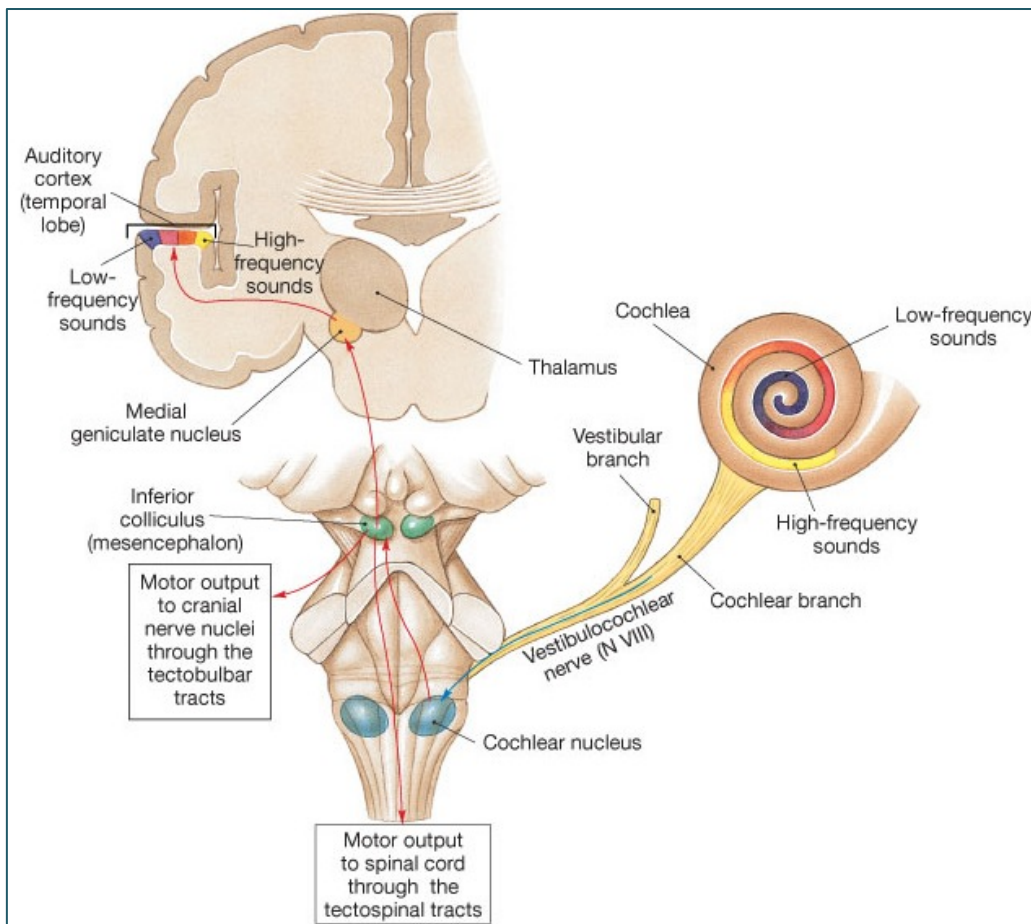


Fig. 7. Percepción y transmisión de las señales acústicas

La comprensión oral del lenguaje, sin embargo, no se limita a la percepción auditiva de ciertos sonidos, sino que incluye el entendimiento de un determinado mensaje. Uno de los problemas principales es el de determinar qué elementos articulatorios y acústicos del habla tienen significado lingüístico y cómo son codificados por nuestro cerebro. Parecería existir un procesador especial para los sonidos de la lengua, que extrae el mensaje fonético y hace así inútil el análisis de las propiedades auditivas de la señal, centrándose en su contenido. La cuestión central de este proceso es si la codificación que realiza el cerebro se basa en el habla en su complejo, en la articulación, o en aspectos acústicos que diferencian los sonidos del habla, o en un conjunto de todos estos factores.

Según las tradicionales teorías motoras de la percepción del habla, que remontan al siglo XIX, el cerebro emplearía una “modalidad especial” de percepción del habla, distinta de la interpretación de otras señales auditivas; el cerebro reconocería ciertas características del habla humana, como por ejemplo la frecuencia y el tono, e interpretaría la señal lingüística de forma diferente a otros inputs acústicos. Experimentos posteriores, sin embargo, permitieron llegar a la conclusión de que la mente humana tiene que tener algún conocimiento implícito de los patrones de articulación del lenguaje, que influye en su interpretación. Una de las evidencias más conocidas es el denominado “efecto McGurk”. Se verifica, por ejemplo, cuando se enseña un vídeo de una persona emitiendo un sonido, por ejemplo [ga], mientras al mismo tiempo se escucha el sonido [ba]; los sujetos parecen percibir el sonido [da], resultado de la

mediación entre el estímulo visual (que muestra la articulación de una consonante labial) y el auditivo (en el que se emite un sonido velar). En general, la información visual sobre los movimientos de los labios completa la información auditiva en la percepción del lenguaje (con una demostrada preponderancia de la información auditiva), y es decisiva para la comprensión en los individuos con déficits auditivos. La prosodia también es importante en el lenguaje. Desde el punto fisiológico, Liebermann (2000) explica que el énfasis en determinados puntos de una secuencia hablada se realiza incrementando la cantidad de aire emitida en las cavidades sublinguales y por un aumento de la duración de la vocal. Desde el punto de vista neurológico, como se ha visto anteriormente, el estudio de ciertas patologías del lenguaje parece indicar que el hemisferio derecho influye en la determinación de ciertos aspectos pragmáticos del lenguaje y de la comunicación, como la prosodia. Finalmente, según enfoques lingüísticos más modernos, como el de López (2007), la primera etapa de la comprensión del lenguaje se realizaría en el hemisferio derecho, que se encargaría de reconocer sílabas, palabras, frases y oraciones, con un enfoque sintético, mientras que el hemisferio izquierdo, más analítico, se ocuparía de descodificar el significado general.

2.4.4 Comprensión escrita

En el proceso de lectura intervienen los ojos y las vías visuales (Fig. 8). La información visual es recibida al nivel de la retina, donde es transformada en información nerviosa y estimula las células neuronales retinianas, conos y bastones. Diversas células nerviosas interconectadas son activadas por esta señal, que es transmitida al nervio óptico. Los dos nervios ópticos, uno por cada ojo, se unen en el quiasma, del que emergen los haces ópticos, los cuales aseguran la transmisión de la información del hemicampo visual contralateral al cuerpo genicular lateral del tálamo, donde dan el relevo a una neuronas que alcanzan el área visual primaria de la corteza occipital.

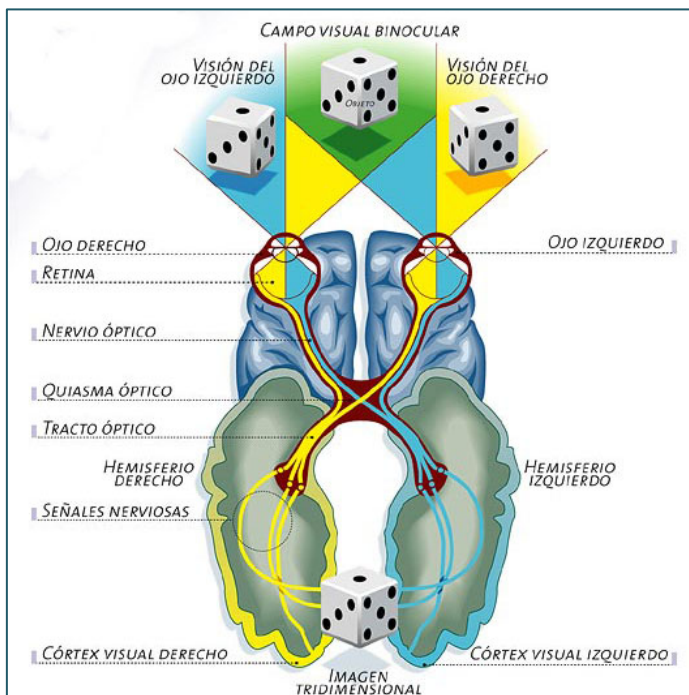


Fig. 8. Vías visuales

Entrando más en detalle, Roldán et al. (1991) comentan que la actividad motriz ocular preponderante en la lectura es un movimiento de “sacudidas” horizontales, cuyo resultado es la conducción hacia la zona foveal de una porción de texto. Otros movimientos incluidos en el proceso de lectura son la fijación y la regresión; el número de sacudidas, fijaciones y regresiones puede variar notablemente, dependiendo, por ejemplo, de la costumbre a leer y, en el caso de las fijaciones, de los procesos cognitivos en curso.

Como en la lectura, nuestro cerebro dispone de distintas “rutas” distintas para la lectura: la lectura de la palabra completa y la conversión de grafemas a fonemas. Como recuerda Ahlsén (2006), la primera ruta consiste en la lectura de la palabra entera globalmente, tanto a partir de la forma visual como mediante su representación semántica de la palabra; a través de este método, se llega a la lectura de la palabra completa partiendo de su interpretación semántica. Por otro lado, la transformación de grafema a fonema se realiza a través de la conversión desde las letras a su representación fonológica, tanto en términos de fonemas, como letra por letra. Cuando la comprensión de lo que se lee es el objetivo principal de la lectura, se suele emplear el método de la interpretación semántica de la palabra. Al contrario, se suele emplear la conversión de grafema a fonema cuando se aprende a leer, en caso de encontrar palabras desconocidas o cuando se lee en una lengua extranjera. Finalmente, la lectura letra por letra se suele emplear cuando se está leyendo una serie de letras que se tienen que memorizar, por ejemplo en caso de tener que aprender un código.

2.5 La relación entre lenguaje y cerebro

Existen varios argumentos en neurolingüística sobre las relaciones entre lenguaje y cerebro. El enfoque clásico que explica la relación entre lenguaje y cerebro es el modularista¹¹, elaborado en el siglo XIX y mantenido hasta bien entrado el siglo XX. Fue Karl Wernicke (1874, citado por Caplan, 1992) el primero en introducir la idea de que el lenguaje normal implicaba la colaboración de dos áreas cerebrales, realizándose un “flujo de información” desde la anterior hasta la posterior. Contrariamente al enfoque frenológico, que localizaba complejas funciones psicológicas en áreas específicas del cerebro, Wernicke adoptó una noción mucho más limitada de lo que podría estar localizado en el cerebro y pensó que muchas funciones eran el resultado de la conexión de varios componentes cerebrales. En general, en los modelos modularistas las funciones principales del lenguaje constituyen procesos orientados a la realización de una tarea: cada facultad psicolingüística, como leer, escribir, hablar o escuchar, se trata de forma individual, aun estando conectadas unas con otras. Dichas facultades psicolingüísticas están asociadas con un centro, localizado en una determinada área del cerebro. La información se transmite de un centro a otro, para posibilitar el desempeño de tareas lingüísticas específicas. Los conexionistas del siglo XIX se ocupaban esencialmente de las distintas partes de la “facultad del lenguaje”, intentando identificar sus componentes básicos, sus interacciones y localizaciones neurales. Caplan (1992) reconoce que, a pesar de sus limitaciones, las teorías conexionistas han tenido mucha influencia tanto desde el punto de vista clínico, como por constituir importantes impulsos a la investigación neurolingüística.

Estas teorías evolucionaron notablemente en el siglo XX. Basándose estudios realizados con técnicas radiológicas, que permitían un atento estudio de la población patológica, se llegó a desvincular la asociación entre las distintas partes del cerebro y una determinada facultad psicolingüística, descubriendo los mecanismos cerebrales responsables de tareas más concretas (por ejemplo, la denominación). El renovado interés por la anatomía y una diferente taxonomía de los síndromes afásicos son otras diferencias relevantes entre el modularismo moderno y el de sus predecesores en el siglo XIX.

Otro enfoque neurolingüístico es el que Caplan (1992) define holista. Antes de empezar a ocuparse de psicoanálisis, Sigmund Freud escribió en 1891 *Zur Auffassung der Aphasien* una breve monografía sobre la afasia. A diferencia de los modularistas, Freud creía incorrecto relacional una determinada función psicolingüística con una localización cerebral específica. Según este autor, cada palabra, considerada como la estructura básica del lenguaje, estaba formada por un conjunto de asociaciones dentro de una red de neuronas (Fig. 9). En su opinión, el área del cerebro relacionada con el lenguaje era una sola región de grandes dimensiones, cuyos límites se encontraban cerca de las zonas del cerebro responsable de las funciones visual, táctil, olfativa y motora, y que también se activaban durante la recepción o producción del lenguaje.

¹¹ Según López García (2007), las teorías que tradicionalmente se definen como conexionistas deberían ser denominadas modularistas. El término conexionista, en su opinión, se adapta mejor a las recientes teorías lingüísticas, según las cuales las actividades lingüísticas se deben a conexiones y redes neuronales. Coincidiendo con la opinión del autor, adoptamos esta nomenclatura.

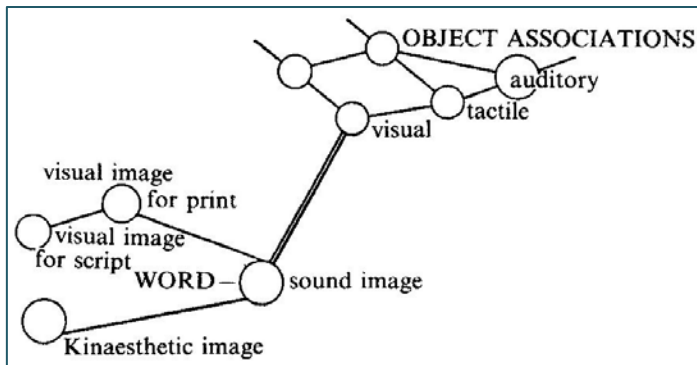


Fig. 9. El modelo neuronal de Freud

Este enfoque holístico fue retomado por Donald Hebb (1949), que ha formulado la hipótesis de una activación simultánea de las neuronas de las áreas del lenguaje y de las neuronas sensoriales o motoras del área cortical implicadas en el estímulo lingüístico; según Pülvermuller (1999), esta teoría permitiría explicar ciertos aspectos del procesamiento lexical y de su aprendizaje.

Caplan (1992) también describe otro enfoque sobre las relaciones entre lenguaje y cerebro, que se podría definir jerárquico, por su noción de las funciones lingüísticas y de las cerebrales. En este modelo se concebía la conducta y la actividad neural como una superposición de funciones progresivamente más complejas sobre capacidades básicas, automáticas, involuntarias y primitivas. Según esta teoría, el cerebro también tendría regiones que se dedican a la recepción de estímulos sensoriales y otras áreas anteriores relacionadas con la función motora. El flujo de impulsos desde el estímulo sensorial al motor se produciría en los hemisferios cerebrales. En ámbito más estrictamente lingüístico, se pensaba así que la producción del habla requería la estimulación de las imágenes auditivas de las palabras. Uno de los principales representantes de esta línea es el neurólogo decimonónico John Hughlings Jackson (1874, citado por Caplan, 1992).

A mediados del siglo pasado, la investigación neurolingüística se centró con mayor interés en el estudio de las patologías del lenguaje, intentando buscar un modelo de explicación unitario de las afasias. En opinión de Caplan (1992), estudiosos como Marie (1906) y Goldstein (1984) intentaron erróneamente enfocar los trastornos afásicos considerando la variedad de síntomas de estos déficits como el resultado de una sola disfunción psicológica. En la elaboración de este enfoque tiene mucha influencia la psicología de la Gestalt, que también partía de la idea de una naturaleza integrada de los estadios psicológicos en el organismo. Otros modelos, como el de Luria (1947), consideran todas las tareas vinculadas con el lenguaje como el resultado de la conjunción de distintos componentes de procesos psicológicos relacionados con el cerebro. Cada componente se corresponde con una región cerebral, cuya función es deducida de datos clínicos¹².

¹² Por ejemplo, en la denominación, se requiere la percepción visual y la capacidad de reconocimiento, funciones localizadas en la zona temporal occipital izquierda. El siguiente paso, el acceso al nombre apropiado se realiza en la zona parietooccipital izquierda, ya que lesiones en esta zona provocan parafasias verbales. El análisis fonémico tiene lugar en la región temporal izquierda, mientras que la zona interior de la corteza premotora izquierda controla la denominación, evitando el cambio desde el nombre de un objeto a otro. Finalmente, el sistema articulatorio está implicado en la enunciación final de la palabra.

La manera más común e importante de estudiar las relaciones entre lenguaje y cerebro es el análisis de los efectos que tienen las lesiones cerebrales sobre el lenguaje. El análisis de este tipo de casos clínicos, además de ser el primer método utilizado para el estudio del tema, sigue siendo una importante fuente de evidencias experimentales. La dificultad de este enfoque consiste principalmente en relacionar correctamente las conclusiones extraídas del estudio de situaciones patológicas con el sistema lingüístico de un cerebro sano, pero a medida que lingüistas y psicólogos empezaron a estudiar la afasia con profundidad, estos modelos se volvieron cada vez más complejos y detallados. A pesar de las numerosas dificultades que se encuentran, el empleo de actuaciones lingüísticas patológicas tras lesiones cerebrales ha hecho posible y sigue permitiendo la elaboración de importantes teorías neurolingüísticas; de hecho, como veremos en el capítulo siguiente, la investigación sobre el cerebro bilingüe se nutre en gran medida de estudios realizados con pacientes afásicos.

El método de estudio del lenguaje mediante el análisis de las patologías del lenguaje ha sido también cuestionado: Ángel López (2011) define como verdadera “*trampa metodológica*” el intento de inferir cómo funciona el lenguaje a partir del estudio del habla de pacientes afásicos. De hecho, gracias a las técnicas de neuroimagen, recientemente se han elaborado nuevas teorías sobre la localización cerebral del lenguaje, que, recuperando el modelo de redes neuronales elaborado por Freud y otros exponentes del enfoque holista, defienden que las funciones lingüísticas dependen no tanto de zonas concretas del cerebro, sino de las redes neuronales, que implicarían el cerebro en su totalidad y cambiarían continuamente su configuración. López (2007) considera que realmente, ambos procesos, tanto el modular como el distribuido, están presentes en la mente y el cerebro: las conexiones sinápticas tienen una estructura continua, mientras que los procesos mentales se caracterizan por la discontinuidad. La proporción entre ambos procesos varía según el grado de complejidad neurológica de un fenómeno: estructuras distribuidas prevalecen en los procesos más sencillos y las modulares en los más complejos; esta situación se encontraría en todo tipo de actividad psíquica. Basándose en el fundamento neural del lenguaje, López (1989) elaboró una teoría lingüística basada en principios gestálticos, que intentaba englobar las dos perspectivas, la distribucional y la modular. Los principios gestálticos, de hecho, se conforman a las reglas topológicas, que se ajustan al dualismo a la base del lenguaje entre la percepción espacial del mundo como y su verbalización y, paralelamente, a la competencia entre los dos hemisferios cerebrales. Esta teoría lingüística, denominada lingüística perceptiva o gramática liminar, supone un nuevo punto de vista para describir y explicar las lenguas, y sobre todo la variedad de lenguas dentro de lo que significa la unidad del sistema lingüístico que todos compartimos¹³.

¹³ la Lingüística Perceptiva es un enfoque sobre el funcionamiento del lenguaje, que lo explica estableciendo un correlato de las leyes de la percepción con los niveles universales del lenguaje. Dado que este tema sobrepasaría el alcance de este trabajo, remitimos al lector para mayor información sobre la lingüística perceptiva a las obras del autor Ángel López García (1980; 1989).

2.6 Las patologías del lenguaje

El cerebro está normalmente bien protegido por el cráneo, pero, a consecuencia de un fuerte golpe, o por infecciones, tumores o rupturas de vasos sanguíneos, pueden originarse lesiones cerebrales. Cuando el cerebro sufre una lesión, el paciente tendrá consecuencias dependiendo de la extensión y de la localización del daño. Según la zona del cerebro afectada, los problemas lingüísticos se verifican en todos los aspectos del lenguaje, desde la comprensión del lenguaje, la producción, con consecuencias normalmente en determinadas categorías lingüísticas (fonología, sintaxis, morfología, semántica), hasta la lectura, repetición o escritura. Se denomina afasia un trastorno del lenguaje consecuencia de un daño cerebral, distinguiéndolo de trastornos congénitos o de desarrollo, de trastornos motores del habla o psiquiátricos. Como hemos mencionado anteriormente, el estudio de la localización cerebral del lenguaje ha aprovechado de manera muy significativa los datos procedentes del estudio del habla de pacientes que sufren patologías del lenguaje. Se describen a continuación los principales tipos de afasia y su sintomatología.

2.6.1 Tipos de Afasia

Existen varios tipos de afasia, dependiendo del área cerebral afectada o del tipo de síntomas que acusa el paciente. Se pueden distinguir siete tipos de afasias (resumidos en la Tabla 3):

- Afasia de Broca
- Afasia de Wernicke
- Afasia global
- Afasia de conducción
- Afasia anómica
- Afasias transcorticales
- Afasias subcorticales

La afasia de Broca

La afasia de Broca se produce por una lesión de la homónima parte del cerebro, incluyendo la corteza adyacente y en la sustancia blanca subcortical. Desde el punto de vista de la producción, Kirshner (2010) explica que se caracteriza por un habla no fluente, con titubeos, disartria (distorsión en la calidad de los sonidos hablados), errores parafásicos, como la sustitución de fonemas que suelen diferir ligeramente (como /p/ por /b/), agramatismo o habla telegráfica (omisión de palabras de contenido gramatical o morfemas), denominación deficiente, repetición titubeante y escritura casi siempre alterada, sobre todo debido a la paresia del hemisferio derecho que suele acompañar este tipo de lesiones cerebrales. Cuanto a la comprensión, auditivamente es relativamente intacta, aunque pueden revelarse deficiencias en la interpretación de la sintaxis compleja, mientras que la lectura es con frecuencia alterada

La afasia de Wernicke

La afasia de Wernicke se produce por lesiones en la homónima área del cerebro, la segunda circunvolución del lóbulo temporal izquierdo. Sus consecuencias provocan alteraciones opuestas a las descritas por Broca: mientras la capacidad motora y expresiva están

básicamente preservadas, se ven afectadas las capacidades comprensiva y sensorial. En este tipo de afasia, el habla expresiva es fluente, rozando a veces la logorrea, pero sin significado, con un patrón paragramático (paráfrasis verbales, neologismos y jerga) y una repetición alterada. Los déficits lingüísticos en la afasia de Wernicke suelen ser léxico-semánticos, como sustituciones de fonemas individuales dentro de una palabra y neologismos. La escritura también presenta alteraciones, pero de forma distinta a la afasia de Broca por no tener hemiparesia derecha; al contrario, estos individuos por lo general no presentan ninguna debilidad corporal, ya que su lesión cerebral no se sitúa cerca de las partes del cerebro que controlan el movimiento. Por otro lado, la comprensión auditiva está fuertemente alterada, debido a la dificultad de acceso al componente semántico y al léxico; esta dificultad para comprender y entender afecta también la propia habla del paciente, el cual no es consciente de los errores que comete al comunicarse (anosognosia). La percepción auditiva también es deficiente. La comprensión lectora está afectada, lo que dificulta la interacción con el paciente, para interactuar con el cual el terapeuta tiene que encontrar algún residuo de comprensión lectora o de lenguaje visual.

Afasia global

La afasia global se puede definir como la suma de los déficits de la afasia de Broca y de la afasia de Wernicke (Kirshner, 2010). El habla no es fluente, pero la comprensión, la denominación, la lectura y la escritura resultan escasas. Este disturbio se acompaña de problemas a nivel físico-motor, como la hemiparesia derecha. Los síndromes afásicos más leves que afectan todas las modalidades del lenguaje suelen denominarse afasias mixtas. Las lesiones de los pacientes con afasia global se producen generalmente por la interrupción temporal del riego sanguíneo en la arteria cerebral media. Estas lesiones normalmente son amplias y afectan a las regiones temporales frontales superiores e inferiores y parte del lóbulo parietal del medio; si se conserva la circunvolución temporal superior este trastorno suele evolucionar hacia el síndrome de la afasia de Broca.

Afasia de conducción

La afasia de conducción fue descubierta por el neurólogo y psiquiatra alemán Karl Wernicke, que describió este tipo de afasia como un síndrome de desconexión clásico de las áreas de Broca y de Wernicke. Posteriormente, Geschwind (2009), señaló que este síntoma se produce por una lesión del fascículo arqueado, un conjunto de fibras que conecta los lóbulos frontal, occipital y temporal. Se piensa también que pueda deberse a una lesión en la circunvolución supramarginal, que interviene en la memoria auditiva inmediata y en la percepción y formación de fonemas. Su principal característica es la incapacidad para la repetición del lenguaje hablado, que alcanza el extremo. Por lo que concierne a la producción, el habla espontánea parece relativamente normal, aunque estos pacientes cometen algunos errores parafrásicos literales, sobre todo parafrasis fonémicas (sustitución de fonemas en la palabra que buscan) y dudan en la autocorrección. Además de la repetición, notablemente alterada, pueden verse afectadas también la denominación y la lectura en voz alta. La escritura puede tener déficits variables.

Afasia anómica

De acuerdo con Obler et al. (2000), la afasia anómica es la afasia más leve y frecuente, en la que el principal déficit es la denominación, que se manifiesta también a nivel escrito. La expresión es fluida, la comprensión y la repetición son casi normales; entre los errores recurrentes en este tipo de síndrome se encuentran las parafasias semánticas¹⁴. Puede ocurrir por lesiones en muy diversas localizaciones. Por otro lado, la incapacidad para nombrar es característica de las lesiones del lóbulo temporal, mientras que la inhabilidad de decir verbos se produce con mayor frecuencia en las lesiones frontales. La anomia aislada grave puede ser un indicio de patología focal en el hemisferio izquierdo o en la circunvolución angular.

Afasis transcorticales

Las afasis transcorticales se producen en caso de lesiones que interrumpen conexiones de centros corticales en el circuito del lenguaje. Dependiendo del área afectada, Kirshner (2010) distingue tres tipos de afasis transcorticales: la afasia transcortical mixta, la afasia transcortical motora y la afasia transcortical sensorial. La primera suele confundirse con la afasia global, de la que se diferencia simplemente por el hecho de que la repetición se conserva. La afasia transcortical motora se puede identificar erróneamente con la afasia de Broca y se produce por desconexiones del área de Broca debido a lesiones de la sustancia blanca frontal subcortical; el habla es telegráfica o titubeante, generalmente compuesta por frases cortas, pero la repetición es fluida y la comprensión está relativamente conservada, así como la capacidad de denominación. La afasia transcortical sensorial, al contrario, se suele confundir con la afasia de Wernicke. Se produce por ictus del área temporooccipital izquierda y en demencias; se caracteriza por habla y denominación parafásicas, comprensión muy limitada y problemas en la lectura y en la escritura. La repetición, como en el resto de las afasis transcorticales, se conserva.

Afasis subcorticales

Las afasis subcorticales no se diagnostican por la conducta lingüística del paciente, sino que se definen por la localización de las lesiones en los ganglios basales o en la sustancia blanca cerebral profunda. Este tipo de lesiones producen afasia, aunque menos comúnmente que las lesiones corticales. Kirshner (2010) realiza una distinción entre dos tipos de afasis subcorticales. La afasia con lesiones talámicas, producida por hemorragias talámicas izquierdas, es fluente con características similares a la de Wernicke, pero con una mayor comprensión. La existencia de este fenómeno permite suponer que la función del lenguaje se extiende hasta el tálamo y sus conexiones. La afasia con lesiones de la sustancia blanca subcortical y ganglios basales, descrita en hemorragias de los ganglios basales, tiene síndromes de tipología variable, dependiendo de la zona afectada por la lesión, pero generalmente incluyen la afasia global o disturbios parecidos a la de Wernicke. En las lesiones más comunes suele haber disartria¹⁵, disminución de la fluencia, repetición y comprensión levemente

¹⁴ Las parafasias son errores de sustitución, que pueden afectar a los distintos niveles del lenguaje. En este caso, las parafasias semánticas son sustituciones de una palabra por otra similar (por ejemplo, decir “perro” por “gato”). Las fonológicas consisten en la sustitución de fonemas, y en las parafasias mixtas se sustituyen lexemas y fonemas.

¹⁵ La disartria es una dificultad de la expresión oral del lenguaje debida a trastornos del tono y del movimiento de los músculos de los órganos fonatorios por lesiones cerebrales.

alteradas: se parece a la Afasia de Broca, pero con más disartria y menos disfunción del lenguaje.

Tipo de Afasia		Zona cerebral afectada	Producción	Comprensión
Afasia de Broca		Área de Broca (tercio posterior de la circunvolución frontal inferior)	Habla no fluente (mutismo en casos graves) Sustitución de fonemas Agramatismo Denominación deficiente Repetición titubeante Escritura alterada	Comprensión auditiva casi intacta Lectura alterada
Afasia de Wernicke		Área de Wernicke (segunda circunvolución del lóbulo temporal izquierdo)	Habla expresiva fluente Denominación deficiente Repetición alterada Escritura alterada Sustituciones léxicas	Comprensión auditiva muy alterada Percepción auditiva deficiente Comprensión lectora afectada
Afasia global		Lesiones en regiones temporales frontales superiores e inferiores y del lóbulo parietal del medio	Habla no fluente o mutismo Denominación deficiente Repetición alterada Escritura alterada	Comprensión escasa Lectura alterada
Afasia de conducción		Síndrome de desconexión Lesiones en el fascículo arqueado	Habla espontánea casi normal Repetición muy alterada Escritura alterada Sustituciones fonémicas	Lectura alterada
Afasia anómica		Lesiones en la circunvolución angular Lesiones en el lóbulo temporal o frontal	Habla espontánea normal Denominación alterada Circunlocuciones Escritura intacta	Comprensión intacta Lectura normal
Afasias transcorticales	Afasia transcortical mixta	En infartos cerebrales grandes y en demencias avanzadas	Afasia global Puede haber ecolalia	
	Afasia transcortical motora	Lesiones de la sustancia blanca frontal subcortical	Habla telegráfica o titubeante Repetición fluente	Comprensión conservada

	Afasia transcortical sensorial	Ictus del área temporooccipital izquierda y en demencias	Habla parafásica fluente Repetición normal Denominación parafásica Escritura anómala	Comprensión auditiva y lectura alteradas
Afasias subcorticales	Afasia con lesiones talámicas	Producida por hemorragias talámicas izquierdas	Estado dicotómico: se pasa de lenguaje casi normal a un estado somnoliento con nula o poca comprensión y producción	
	Lesiones de los ganglios basales	Producidas por ictus isquémicos	Disartria Disminución de la fluencia Repetición levemente alterada	Leve alteración de la comprensión

Tabla 3: Cuadro-resumen de los distintos tipos de afasia

Otros síndromes de déficit lingüístico

Además de los trastornos precedentemente mencionados, existen otros síndromes de déficit lingüístico, que afectan otras funciones del lenguaje y que también se deben normalmente a lesiones cerebrales. Uno de estos disturbios se denomina sordera pura para las palabras y se caracteriza por una alteración en la comprensión del lenguaje hablado. Este síndrome no se puede imputar a un defecto sensorial (como en la sordera cortical) y tiene un deterioro lingüístico menos grave que en los síndromes afásicos. Este complejo disturbio puede originarse a consecuencia de diversos déficits del procesamiento perceptual auditivo y normalmente es el resultado de infartos corticosubcorticales temporales bilaterales, por lo que se puede considerar como un ejemplo de síndrome de desconexión.

Otro síndrome de déficit lingüístico es la alexia pura sin agrafía. Por alexia se entiende la incapacidad adquirida para leer, considerándose una forma de afasia. Los pacientes con alexia pura pueden escribir, pero luego no pueden leer lo que han escrito y a lo largo de la rehabilitación vuelven a aprender a leer letra por letra. Son capaces de emparejar palabras con imágenes, por lo que queda cierto conocimiento subconsciente de la palabra, que Kirshner (2010) supone que podría localizarse en el hemisferio derecho. La lesión causante de este síndrome es un ictus en territorio de la arteria cerebral posterior izquierda, con infarto del lóbulo occipital medio, del esplenio del cuerpo calloso y del lóbulo temporal medio. La alexia con agrafía, por otro lado, es como un analfabetismo adquirido, en el que un paciente previamente formado se vuelve incapaz de leer y escribir. Los síntomas asociados a este síndrome son la agrafía (alteración de la capacidad para la escritura por lesiones cerebrales), la acalculia (trastorno adquirido de la capacidad de cálculo), desorientación derecha-izquierda y agnosia de los dedos (incapacidad para nombrar los dedos). La causa son lesiones en el lóbulo parietal inferior, especialmente en la circunvolución angular.

En la dislexia también están afectadas las capacidades de lectura y escritura. La dislexia letra a letra equivale a la alexia pura sin agrafía. La dislexia profunda es un trastorno grave de la lectura en el que los pacientes reconocen y leen en voz alta sólo palabras familiares, especialmente nombres y verbos concretos. La dislexia fonológica es similar a la dislexia profunda, aunque se pueden leer nombres y verbos aislados con normalidad y son raros los

errores semánticos. Los pacientes parecen leer las palabras sin entenderlas. En la dislexia superficial la capacidad de leer por conversión grafemas-fonemas se conserva. Estos pacientes pueden leer sílabas absurdas, pero no palabras de grafía irregular, y tienden a producir errores fonológicos más que semánticos o visuales.

Igual que la lectura, la escritura también puede verse afectada de forma aislada (agrafía pura) o combinada con afasia (agrafía afásica). Al igual que en la dislexia, se pueden distinguir cuatro formas de agrafía: la fonológica, que consiste en la incapacidad de convertir fonemas en grafemas o escribir sílabas sin sentido pronunciables, la profunda, disturbio en el que el paciente puede leer nombres y verbos de manera más ágil que preposiciones, adjetivos y adverbios y la léxica o superficial, en la que los pacientes pueden escribir normalmente palabras deletreadas y palabras sin sentido, pero no palabras deletreadas irregularmente. La capacidad de conversión de grafemas a fonemas está intacta, pero estos pacientes no pueden escribir por una estrategia de palabra entera o léxica.

2.7 Trastornos del lenguaje y organización cerebral

La neurolingüística se ha beneficiado mucho del estudio de las patologías del lenguaje para investigar aspectos lingüísticos y psicológicos de la representación y procesamiento del lenguaje. Aunque la investigación permanece en el ámbito de la hipótesis y faltan conclusiones seguras sobre el “misterio” del lenguaje en nuestra mente, el estudio de los déficits lingüísticos y las modernas técnicas de neuroimagen han permitido y permiten formular hipótesis interesantes sobre cómo concretamente se organiza el lenguaje en nuestro cerebro.

2.7.1 Fonología

El estudio de los errores fonológicos en pacientes afásicos ha permitido estudiar la organización mental de la información fonológica. En los estudios realizados sobre pacientes afásicos (Gandour, 1998) casi todos los sujetos cometen errores fonológicos en su producción oral: los afásicos de Wernicke tienen dificultad principalmente de acceso a las representaciones fonológicas, con frecuencia realizan parafasias fonemáticas, semánticas y neologismos; los afásicos de conducción tienen problemas especialmente en construir las representaciones fonemáticas, mientras que los errores cometidos por los pacientes afectados por afasia de Broca son sobre todo de tipo fonético.

Analizando el habla de pacientes con trastornos del lenguaje, Gandour (1998) señala que las parafasias de fonemas se realizan especialmente entre fonemas similares fonológicamente, y sobre todo en nombres, verbos, palabras acentuadas y en los fonemas iniciales de palabra, siempre siguiendo las reglas fonotácticas y la estructura prosódica, hecho que refuerza la hipótesis de que los rasgos fonológicos tengan una importante dimensión psicológica. Algunas teorías generativistas recientes defienden la idea de que estos tipos de rasgos puedan estar organizados en nuestro cerebro de forma jerárquica, ya que los errores suelen ocasionarse entre rasgos similares. Además, las sustituciones fonémicas normalmente se realizan en un solo rasgo (por ejemplo la sonoridad o la africación), y muy difícilmente en dos o más rasgos.

Otra de las teorías que se ha podido elaborar sobre la organización cerebral del lenguaje tras el estudio de afásicos concierne a la naturaleza de los neologismos. Una de las hipótesis elaboradas (Gandour, 1998) es que se podría tratar de un caso de parafasia semántica (sustitución de una palabra por otra), seguida por una parafasia fonológica. Especialmente en los afásicos de Wernicke, podría existir un mecanismo de generación de palabras, que sigue las reglas fonotácticas y entra en juego si la palabra que se está buscando no se encuentra; de hecho, muchos pacientes afásicos durante su recuperación se convierten en anómicos, es decir, desaparece el neologismo, pero la dificultad por encontrar la palabra buscada permanece.

Algunos hablantes bilingües afectados por afasia tienen a veces un acento extranjero en una de sus lenguas. Este fenómeno indica que algunos fonemas podrían tener una marcada identidad fonética y psicológica.

Obler et al. (2000) recuerdan asimismo que otro importante constituyente fonológico es la sílaba: la estructura silábica es mantenida también en neologismos o parafasias y los errores se suelen verificar dentro de una misma sílaba. En la afasia fluente, la sonoridad de la sílaba

también parece ser un elemento influyente en los errores fonológicos. La fuerza psicológica de la sílaba se manifiesta también en los hablantes normales en fenómenos como la capacidad de decir la primera sílaba de una palabra que no se consigue recordar por completo.

2.7.2 Morfología

El fenómeno morfológico más extensamente estudiado en la investigación sobre pacientes afásicos es el agramatismo, frecuente en la afasia de Broca. Se manifiesta por un habla privada de un uso apropiado de las palabras funcionales y con una supresión casi constante de los morfemas gramaticales, tanto a nivel de auxiliares, pronombres y proposiciones, como de afijos flexivos. La característica principal del déficit es la omisión o sustitución de afijos. Ahlsén (2006) subraya que, análogamente a los rasgos fonológicos, gracias al estudio de las patologías del lenguaje ha sido supuesta la existencia de cierta realidad psicológica para nociones morfológicas, como la palabra, las clases de palabras, y la distinción entre afijos y radicales.

A pesar de la gran variabilidad de manifestaciones de este déficit dependiendo del idioma, se han observado patrones de “comportamiento” similares en los pacientes afásicos, que podrían permitir extraer una serie de características comunes en la organización de la morfología a nivel cerebral. Por ejemplo, un error agramático común es la omisión de un sufijo, dejando solo la raíz del verbo, que se realiza únicamente en los casos en los que la raíz es en sí misma una palabra existente en la lengua: se omite la flexión solo si la lengua lo permite. En el caso en que esta omisión no sea posible y el paciente no sea capaz de recuperar la forma correcta, normalmente suele elegir un sufijo equivocado, pero optando entre los del paradigma de la palabra en cuestión: una flexión verbal es sustituida por una flexión verbal, una flexión nominal por otra. Es decir, los sujetos afásicos con desórdenes morfológicos no producen palabras inexistentes, por lo que se piensa que pueda existir una especie de “gramática agramática”; además, en el léxico mental, el núcleo morfológico de la palabra es almacenado de manera independiente de las formas flexivas relacionadas. Asimismo, además de seguir ciertas reglas fonológicas y fonotácticas, el habla de los pacientes afásicos sigue las limitaciones impuestas por las reglas de formación de palabras. Resulta por lo tanto evidente que en nuestro cerebro la información lingüística es organizada mediante categorías gramaticales, y esa estructura permanece intacta también tras lesiones cerebrales (Jarema, 1998).

2.7.3 Sintaxis

Las disfunciones a nivel sintáctico también se consideran parte del agramatismo y se caracterizan por una escasa variedad sintáctica, frases nominales y errores en la interpretación de estructuras sintácticas complejas. Han sido elaboradas varias hipótesis para explicar los aspectos sintácticos del agramatismo, que Ahlsén (2006) repasa partiendo de la *Mapping Hypothesis*, según la cual los problemas en la comprensión de los agramáticos se deben a errores en la interpretación de las oraciones, sobre todo si se trata de estructuras complejas. Una persona normal dispone y emplea tres tipos de “rutas” para interpretar una frase: la ruta sintáctica, que se basa en la estructura sintáctica de la frase, optando normalmente por la estructura Nombre/Verbo/Nombre y con una jerarquía temática con ciertos principios (por ejemplo que el primer nombre es el agente); la ruta del orden canónico, que, simplificando, se guía por el orden de las palabras (según la cual normalmente el primer nombre es el agente) y

la ruta léxica, que asigna papeles temáticos a los sustantivos, sobre la base de la acción expresada por el verbo. En los pacientes afásicos la comprensión de frases complejas se vería afectada por la dificultad de atribuir una representación semántica a la estructura sintáctica. Otra hipótesis que ha contribuido a explicar los disturbios sintácticos acusados por los pacientes afásicos es la teoría de la eliminación de trazas (*Trace deletion hypothesis*, TDH), elaborada por Grodzinsky en 1984. Cuando algunas partes de una oración son desplazadas de su lugar canónico (por ejemplo, en una pasiva, cuando el agente no es el sujeto de la frase, o en relativas), la mente de una persona normal mantendría una especie de “traza” de este desplazamiento, posibilitando una representación mental de la oración, que facilitaría su comprensión y producción. Según esta hipótesis, estas “trazas” no estarían disponibles para los agramáticos, que no podrían así interpretar correctamente este tipo de oraciones más complejas.

2.7.4 Léxico y semántica

La evidencia de una realidad psicológica del léxico es innegable por la capacidad, común tanto en pacientes afásicos como en individuos normales, de distinguir entre palabras reales de la lengua madre de las de otras lenguas, como si existiera un catálogo lexical en nuestro cerebro. Uno de los síndromes más comunes en las afasias es la anomia, es decir, la incapacidad para nombrar, para encontrar la palabra que se busca. El estudio de los efectos de este tipo de disturbio ha permitido elaborar varias teorías sobre la organización del léxico en nuestra mente. Como explica Ahlsén (2006), parece existir una doble modalidad de categorización de las palabras, según su significado y según su forma. Esto es evidente en el fenómeno de la “punta de la lengua”, recurrente en pacientes anómicos o en la capacidad, común también en individuos sanos, de recordar el patrón fónico de la palabra que se está buscando.

Desde otro punto de vista, la teoría del prototipo (*Prototype Theory*), introducida por la psicóloga cognitiva estadounidense Eleonore Rosch en 1975, proponía que las palabras podrían estar organizadas en categorías alrededor de elementos más representativos de la categoría. Por ejemplo, la palabra “pájaro” sería más prototípica que la palabra “petirrojo”. Los elementos de una categoría estarían organizados de manera jerárquica, hecho que explicaría que ciertos elementos serían más “resistentes” a los efectos de la afasia.

Otro enfoque se centra en los rasgos semánticos distintivos de una determinada palabra. La condición necesaria y suficiente para que una palabra pertenezca a una determinada categoría es que tenga ciertos rasgos. Por ejemplo, algunas características de la palabra “chico” serían “masculino” y “niño”, mientras que una mujer sería “fémica” y “adulta”. En un estudio realizado por Zurif, Caramazza, Myerson y Galvis en 1974, se observó que los afásicos de Broca empleaban rasgos más temporales y más dependientes del contexto emocional, mientras que los de Wernicke se servían de categorías más indeterminadas e irracionales.

La teoría de los campos semánticos supone que las palabras podrían estar organizadas en nuestro cerebro según relaciones de contigüidad y similitud semántica. Según el modelo de Collins y Loftus (1975) existirían “nudos” conceptuales, que determinarían conexiones semánticas (Fig. 10). La activación se difundiría desde un concepto al otro sobre la base de la relación semántica.

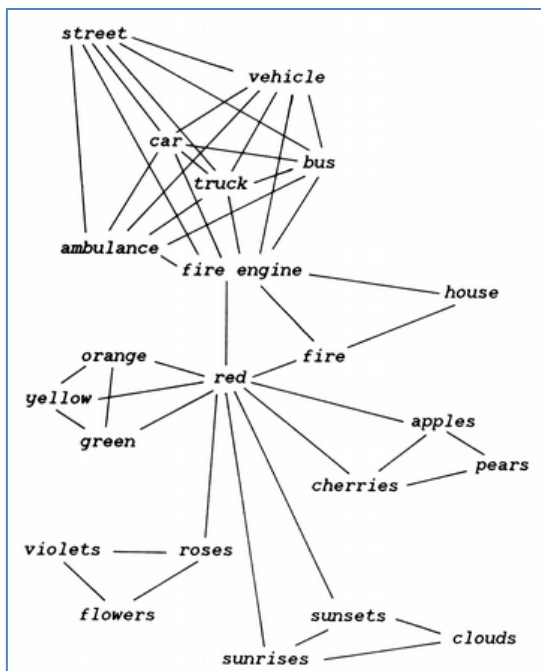


Fig. 10. Los campos semánticos, según el modelo de Collins y Loftus (1975)

Según esta hipótesis, los pacientes afásicos, tanto de Broca como de Wernicke, tendrían problemas en crear asociaciones semánticas entre palabras, dificultando así la organización de su léxico mental¹⁶. Asimismo, los pacientes con dislexia grave, que son incapaces de leer palabras convirtiendo los grafemas en fonemas, también han ofrecido interesantes evidencias de cómo las palabras podrían estar asociadas en nuestro léxico mental. Finalmente, se han encontrado problemas de comprensión en pacientes con lesiones del hemisferio derecho, que parece estar implicado en la detección de metáforas, dobles sentidos y ambigüedades.

Obler et al. (2000) afirman que los seres humanos tenemos una mayor facilidad en la producción y comprensión de palabras concretas que de conceptos abstractos, efecto que se amplifica de manera abrumadora en los sujetos que han sufrido una lesión cerebral. Este hecho permite formular la hipótesis de una organización jerárquica de las palabras en nuestra mente. El estudio de las disociaciones entre este tipo de categorías de palabras en pacientes afásicos y anómicos ha permitido encontrar algunos aspectos recurrentes. Por un lado hay una diferencia entre nombres concretos (más fácilmente recuperables) y abstractos (más difíciles): los nombres concretos tendrían una mejor representación en la memoria, por estar implicados en un mayor número de asociaciones contextuales y por disponer de una doble representación, la verbal y la no verbal, es decir, la imagen mental; por otra parte, los nombres concretos estarían representados por un mayor número de rasgos semánticos. Otra diferencia en la facilidad de denominación es la que se encuentra entre seres animados y objetos: Ahlsén (2006) cita estudios realizados con el PET en los que la denominación de animales activaba el lóbulo occipital mediano izquierdo, mientras que nombrar objetos activaba el área premotora izquierda, como si el cerebro estuviera poniendo en marcha el cuerpo para el uso concreto del objeto.

¹⁶ Los pacientes afásicos estudiados por Goodglass (1993), por ejemplo, manifestaban un rendimiento muy deficiente en la comprensión de palabras que denominan partes del cuerpo; Hart, Berndt y Caramazza (1985) documentaron fenómenos de anomia con los nombres de frutas y verduras, mientras que Hart y Gordon (1992) encontraron resultados parecidos para los nombres de animales.

Cuanto al acceso al léxico, se han propuesto varios modelos explicativos. El serial tiene como modelo principal el modelo de búsqueda serial o autónoma de Forster (1976), según el cual hay tres vías para acceder al léxico: la fonológica (a partir de un estímulo sonoro), la ortográfica (si se trata de lectura), y la semántica (a partir de su significado). Cuando llega el estímulo, se busca en un “archivo”, cuyas entradas están ordenadas según su frecuencia de aparición en la lengua; una vez recuperada la forma de la palabra, se enlaza con un archivo principal, que ya contiene toda la información semántica y sintáctica correspondiente. Por lo que concierne a los modelos de procesamiento en paralelo, según Morton (1969), cada entrada léxica corresponde a un detector metafórico, el *logogén*, que recoge información semántica, fonológica y ortográfica de cada palabra. Cuando llega un input verbal, se ponen en marcha todos los *logogenes* compatibles con ella y el que antes reconozca más evidencias de coincidencia entre el estímulo y la palabra, enviaría la señal al resto del sistema cognitivo. Según el modelo TRACE de Rumelhart y McClelland (1986), los procesos cognitivos se simulan por medio de redes neuronales. Un nodo de entrada activa varios nodos ocultos, que atienden a las distintas características del estímulo (fonológicas, léxicas, etc.); cuanto mayor es la frecuencia de un estímulo, más conexiones se generarán, más fácil en consecuencia será identificarlo. Finalmente el modelo de corte de Marslen-Wilson (1980) tiene dos etapas, una en paralelo y otra en serie: el comienzo del patrón sonoro activa la zona de procesamiento léxico, en la que se encuentra un conjunto de palabras candidatas fónicamente; la información contextual o los segmentos posteriores de la palabra reducen la lista, hasta que se produce la identificación.

Los errores de producción han permitido también proponer modelos de producción de palabras. Ahlsén (2006) identifica dos posibles patrones: modelos de producción serial y modelos de activación interactiva. En los primeros, como los de Garrett (1982) o Levelt (1989), el proceso de producción verbal es el resultado de una serie de etapas secuenciales independientes. Por ejemplo, en el modelo de Garrett (1982), se parte de un primer nivel en el que se formula el mensaje, luego la oración, a nivel funcional con la selección de las palabras, y a nivel sintáctico mediante su ordenación; finalmente, en el estadio posicional, se preparan los órganos articulatorios para la pronunciación concreta de la frase. Según este modelo, algunos elementos léxicos, como nombres y verbos, se situarían en la frase de manera independiente de los marcadores sintácticos y de los sufijos flexivos; esto explicaría los errores en la estructura frásicas que cometen los agramáticos leves (Oblen et al., 2000). El modelo de Levelt (1989), que veremos con más detalle en el capítulo dedicado al bilingüismo, difiere en el desdoblamiento de algunos niveles: en el nivel funcional se realiza la representación lexical, mediante la selección de un lema, con propiedades sintácticas, pero no fonológicas, y la posterior asignación de funciones sintácticas; en el nivel posicional, se establece el orden y la inflexión morfológica de cada segmento de la oración; estos distintos tipos de información, lexical, morfológica y fonológica, se integran en el estadio de codificación fonológica. Por otro lado, Ahlsén (2006) recuerda que en los modelos no modulares la información puede fluir en cualquier dirección. En el modelo de Dell (1986), la producción del habla se realiza mediante una serie de nudos conectados entre sí, que representan las distintas unidades lingüísticas (fonemas, morfemas, sílabas, conceptos, etc.), que interactúan entre ellas en cualquier dirección. Cuando se selecciona una palabra, todos los nudos de esa palabra (morfemas, fonemas, semántica, sintaxis) se activan; el nudo con la mayor activación es el seleccionado.

2.7.5 Discurso

El lenguaje se emplea para comunicar; la comunicación con los demás implica mucho más que la simple yuxtaposición de sonidos y palabras, ya que la información tiene que ser organizada, expresada correctamente y entendida por el interlocutor, un elemento muy importante de la conversación¹⁷. En la mayoría de los trastornos del lenguaje se encuentran déficits comunicativos de diversa naturaleza, como la eliminación de conectores, el empleo incorrecto de los deícticos, problemas en la formulación o comprensión del discurso y problemas más pragmáticos, como no respetar los turnos de habla o la estructura canónica de una conversación, hasta los citados problemas de los pacientes con lesiones en el hemisferio derecho, como la capacidad de comprender la ironía o el lenguaje figurado o errores prosódicos.

Tanto el estudio del lenguaje patológico como del habla normal, han permitido formular hipótesis sobre el procesamiento cerebral del discurso (Chantraine, Joannette & Cardebat, 1998). Uno de los modelos propuestos es el elaborado por Kintsch y Van Dijk (1978), en el que la comprensión textual es vista como un proceso en tiempo real, dependiente de la memoria a breve término. Mientras se lee o se escucha una secuencia narrativa, nuestro cerebro divide el texto en micro-proposiciones, que serán unidas entre ellas si tienen una relación argumental y si coinciden en la memoria a breve término; las proposiciones más importantes se quedan más tiempo en la memoria y permiten la creación de redes textuales organizadas jerárquicamente y su generalización en forma de macro-proposiciones. Este modelo fue criticado por la excesiva dependencia del texto y por subestimar la importancia del conocimiento de las palabras. Otro modelo, elaborado por Frederiksen, Bracewell, Breuleux y Renaud (1990) describe el procesamiento del discurso como un proceso cognitivo complejo, que opera al mismo tiempo en cuatro dimensiones: la lingüística, la proposicional, la semántica y la conceptual. El nivel conceptual, muy enfatizado en este modelo, constituye una representación mental de la realidad a la que se refiere el discurso objeto de análisis. Tras el análisis lingüístico, semántico y proposicional, el nivel conceptual incluiría información de la memoria a largo término y del contexto del discurso. Es interesante notar como en todas estas hipótesis, la elaboración discursiva se realiza en colaboración con la memoria, una función fundamental para el lenguaje.

2.7.6 Memoria y lenguaje

La memoria y la atención influyen notablemente en la comprensión y producción del lenguaje, y un déficit en estos aspectos provoca inevitablemente consecuencias a nivel lingüístico (Van der Linden & Poncelet, 1998).

Ya se ha mencionado la importancia de la memoria a breve término para la comprensión de un texto, tanto oral como escrito. Como explican Van der Linden et al. (1998), este tipo de

¹⁷ Según el principio de cooperación del filósofo Paul Grice (1975), un supuesto pragmático general sobre la comunicación, la conversación se rige sobre cuatro máximas: la máxima de cantidad (que se relaciona con la cantidad de información que debe darse); la máxima de la calidad (que se refiere a la verdad de la contribución); la máxima de la relación (que define la relevancia de la información) y la máxima de la modalidad (que se refiere a la claridad del mensaje). Sin embargo, con frecuencia, tanto en situaciones patológicas como en el habla normal, estas máximas no se cumplen.

memoria está dividida en varios niveles. Existe una memoria a breve término fonológica, en la que se verifica un almacenamiento temporal de la información fonológica, necesario para el primer análisis sintáctico del mensaje recibido. Que esté dividida o no, la memoria operativa tiene un papel de gran importancia en la comprensión del lenguaje, evidente del estudio de pacientes con enfermedad de Alzheimer o afásicos. Los efectos de la memoria a breve término en la producción del lenguaje están todavía siendo estudiados; parece que pacientes con déficits en este aspecto cognitivo tengan dificultad para retener el significado de varias palabras a la vez; la memoria a breve término podría también influir en la construcción conceptual del discurso y tiene también un papel muy importante en la adquisición de léxico.

El funcionamiento de las células nerviosas ha servido de modelo para elaborar una esquematización de los circuitos semasiológicos del lenguaje. La activación de un concepto supondría la activación en la memoria de rasgos perceptivos del referente y del patrón fónico de la palabra correspondiente. Esto explicaría, según López (2011) la activación, además de las zonas corticales, sede de la memoria léxica, de las zonas subcorticales, implicadas en los procesos mnemónicos (ganglios basales, cerebelo y putamen como sede de la memoria de procedimiento, el hipocampo de la memoria episódica, la consuetudinaria en el núcleo caudado y la traumática en la amígdala). Estas estructuras cerebrales intervienen en el almacenamiento de la información lingüística y en la organización de la secuenciación automática de acciones y de allí de la sintaxis. Durante la adquisición de la lengua materna, el sujeto incorpora mentalmente los lexemas y los esquemas sintácticos al mismo tiempo, de manera similar al procesamiento y almacenamiento de estímulos perceptivos. En la fase retroactiva, los lexemas se recuperan conscientemente, mientras que los esquemas sintácticos son automáticos, ya que su almacenamiento está sustentado por la memoria implícita y se aprende por condicionamiento de la conducta; los esquemas se recuperan en el sistema límbico, los lexemas en la corteza cerebral. El sistema lingüístico mantendría así en equilibrio dos procesos nerviosos, el distributivo y el modular (López, 2011).

CAPÍTULO 3. BILINGÜISMO Y CEREBRO

Los bilingües, en términos generales, son sujetos capaces de expresarse en dos o más idiomas. La organización cerebral de los individuos bilingües es objeto de gran interés para la neurolingüística, ya que, si la organización del lenguaje en el monolingüe sigue teniendo aún aspectos desconocidos, son todavía más las incertidumbres que rodean la organización cerebral del bilingüe y las consecuencias cognitivas y neurológicas del conocimiento y uso de dos o más idiomas.

3.1 El interés por el cerebro bilingüe

El interés por un estudio científico de la organización cerebral de los bilingües surgió a finales del siglo XIX tras la observación de las diferentes modalidades de recuperación del lenguaje que mostraban los pacientes afásicos que antes de la lesión cerebral dominaban dos o más idiomas. El primer estudio sistemático y científico sobre la afasia en políglotas fue realizado por Pitres en 1895; en *Étude sur l'aphasie chez les polyglottes*, el neurólogo francés observaba que, en contra de sus expectativas, algunos pacientes afásicos políglotas no recuperaban al mismo tiempo ni al mismo nivel los dos idiomas. A lo largo de los cincuenta años siguientes, la investigación sobre afásicos bilingües continuó, con el objetivo de encontrar una formulación y una explicación de las diferentes modalidades de rehabilitación que se encuentran en los afásicos bilingües.

La recuperación de las habilidades lingüísticas en pacientes afásicos no es siempre igual. Como recuerda Paradis (1998), ya Pitres (1895) identificó a finales del siglo XIX tres tipos distintos de recuperación:

1. Recuperación paralela, la más común¹⁸, en la que las dos lenguas se recuperan al mismo tiempo y de forma similar.
2. Recuperación selectiva, en la que se recupera solo una lengua, y sucesiva, en la que una lengua se recupera antes que la otra.
3. Siempre según Pitres (1895), un 30% de los casos suele presentar una recuperación disociada.

Las opiniones de los investigadores discrepan sobre la explicación de qué lengua sería la primera en recuperarse. Según Ribot (1881), la memoria se pierde por orden inverso a como se adquirió; aplicando esta ley al bilingüismo, tras una lesión cerebral focal, la lengua que se recupera antes es la que se adquirió en primer lugar, es decir la lengua materna. Por otro lado, la conocida como "Ley de Pitres" (1895) afirma que la lengua que se recuperaría antes en los patrones no paralelos sería la lengua más familiar, independientemente de que fuera la lengua materna o no: la razón sería la presencia de unas conexiones neuronales más sólidas en la

¹⁸ Aunque la mayoría de los estudios se centran en casos de recuperación no paralela, el patrón de recuperación más frecuente de afasia en una persona bilingüe es el paralelo. Se calcula que el restablecimiento simultáneo de los dos idiomas podría verificarse en un 40% de los casos, pero Fabbro (2001b) cree que el porcentaje podría ser aún mayor y que no sería calculable por el mayor interés que la comunidad científica ha mostrado hacia los modelos de recuperación no paralela.

lengua más familiar, junto con una inhibición temporal o permanente de la segunda lengua. Como veremos, la hipótesis de la inhibición de una lengua ha sido retomada actualmente para explicar los patrones de recuperación no paralelos (Paradis, 2004). Al contrario, siguiendo la "Ley de Minkowski" (1928), se recuperaría antes la lengua con la que se tiene mayor asociación emocional, que no necesariamente coincide con la L1.

A lo largo de los decenios siguientes, se fueron descubriendo y estudiando otras modalidades de recuperación no paralela de la afasia en bilingües (Gómez-Ruiz, 2008):

4. Una forma muy similar a la precedentemente descrita es la recuperación diferencial, en la que las dos lenguas no se recuperan en la misma medida.
5. A finales de los 80 se formuló también el modelo de recuperación por antagonismo alternante, según el cual se recupera o está disponible solo una lengua a la vez, que parece "bloquear" la otra lengua, con períodos de disponibilidad de la lengua que varían de un día a tres semanas; a veces los pacientes son capaces de traducir, pero no pueden hablar una de las dos lenguas.
6. En la recuperación diferencial cada lengua presenta rasgos que se corresponden con diferentes tipos de afasia, mientras que en la afasia selectiva solo una lengua está afectada, mientras que la otra permanece relativamente intacta.
7. Algunos afásicos muestran una recuperación mixta de las dos lenguas, casos en los que se verifica una mezcla inapropiada de los dos idiomas en una misma palabra o enunciado en uno o varios niveles lingüísticos (fonológico, morfológico, sintáctico, semántico).
8. Otro fenómeno asociado con la afasia en pacientes bilingües es la mezcla patológica de códigos, que consiste en la alternancia incontrolada de enunciados en dos o más idiomas al hablar, o bien en la dificultad para pasar de un idioma a otro. El patrón mixto se asociaría a afasias fluentes, con lesiones postrolándicas izquierdas, mientras que la alternancia de códigos es un trastorno pragmático de la comunicación, que se relaciona con lesiones en los lóbulos frontales en ambos hemisferios.

Finalmente, los bilingües afásicos pueden sufrir también trastornos en la capacidad para traducir de un idioma a otro. Gómez-Ruiz (2008) distingue cuatro tipos de errores de traducción en estos pacientes:

1. En primer lugar, el paciente podría ser incapaz de traducir en ninguno de los sentidos de la traducción.
2. En otros casos podría verificarse una necesidad compulsiva del paciente por traducir todo lo que escucha o dice, lo que se denomina traducción espontánea.
3. En la traducción sin comprensión, el paciente no entiende una lengua, aunque pueda traducirla.
4. Finalmente, la traducción paradójica, el fenómeno que causa más dificultades de explicación, consiste en la habilidad para traducir una lengua inaccesible para el uso espontáneo, y en incapacidad para traducir a la lengua que se puede utilizar.

Desde finales del siglo XIX los investigadores se han preguntado qué factores hacen posible esta variedad de modelos de recuperación. Como hemos visto anteriormente, según los primeros neurólogos estaría más intacta la primera lengua (Ribot, 1881), o la que se usa más

frecuentemente (Pitres, 1895), o bien la lengua con la que se tiene un mayor lazo afectivo (Minkowski, 1928). Otras posibilidades que podrían justificar el patrón no paralelo de recuperación podrían ser la localización y gravedad de la lesión cerebral, el tipo de bilingüismo del paciente y la distancia estructural entre los idiomas hablados. En opinión de Gómez-Ruiz (2008), sin embargo, ninguna de estas hipótesis sería capaz de dar explicación a la totalidad de variantes de recuperación no paralela del lenguaje en pacientes afásicos políglotas.

Durante décadas han sido realizadas numerosas investigaciones con técnicas y métodos distintos para intentar dar una explicación a esta variedad de patrones de recuperación del lenguaje. Las hipótesis que se han elaborado van en tres direcciones:

1. Un punto de vista neuroanatómico
2. Una explicación basada en el mecanismo de cambio de idioma
3. El modelo inhibitorio

Según el primero, cada lengua dependería de circuitos neuroanatómicos diferentes: el estudio de la afasia en bilingües se sobrepone así al análisis de la misma organización cerebral del lenguaje en políglotas. La segunda teoría afirma que las diferentes modalidades de recuperación del lenguaje dependen de la alteración del mecanismo que permite escoger la lengua a utilizar y cambiar de idioma. El modelo de control inhibitorio, al contrario, defiende que pueda existir un desequilibrio en la distribución de recursos cognitivos a cada lengua por parte del sistema nervioso. A partir del modelo inhibitorio, como veremos más adelante, Paradis (2004) elaboró un modelo neurolingüístico integrado, que combina factores neurofisiológicos y de procesamiento de cada lengua.

3.2. La organización cerebral del bilingüe

3.2.1 Patologías del lenguaje y organización cerebral

Los casos de afasia en personas bilingües han sido un importante punto de partida para reflexionar sobre la cuestión de la localización cerebral de las lenguas en el bilingüe. Han sido formuladas varias y contrastantes hipótesis sobre la localización cerebral de las dos lenguas en el bilingüe, esquematizadas en la Fig. 11.

Las primeras investigaciones, realizadas por Freud (1891), Pitres (1895) y Minkowski (1928), sobre todo en pacientes afásicos, abogaban por que todas las lenguas se encuentran en las mismas áreas cerebrales. Pitres (1895) y Minkowski (1928), especialmente, creían que los disturbios que muestran los afásicos políglotas se debían a factores funcionales, sin la necesidad de suponer una localización cerebral separada para las dos lenguas. Es decir, los déficits lingüísticos de este tipo de pacientes y su recuperación encuentran una explicación patológica y fisiológica, no anatómica. Paradis (2004) ha definido la hipótesis sobre la localización cerebral consecuente a estas observaciones como “sistema extendido” (*Extended System Hypothesis*). En este tipo de modelo las dos lenguas no están divididas, sino que cada una se comporta como variación estilística dentro de un mismo sistema lingüístico. Esta hipótesis es útil para entender cómo el bilingüe mezcla a veces de forma accidental las dos lenguas, pero no es compatible con los patrones de recuperación no paralelos.

Una hipótesis diametralmente opuesta fue formulada por Scoresby-Jackson (1867), que creía, al contrario, que cada lengua se encuentra en un área separada del cerebro. En opinión de este autor, el área de Broca sería responsable de la representación de la primera lengua, mientras que cada nuevo idioma que se aprende implicaría la formación de nuevos centros cerebrales situados en la parte anterior frontal del área de Broca, resultado de un fenómeno de adaptación funcional. Fabbro (2001a) recuerda que esta hipótesis fue desmentida tras un estudio post-mortem del cerebro de un políglota, Sauerwein, que hablaba 54 lenguas: el análisis de su cerebro reveló que su área de Broca y las estructuras anteriores tenían una extensión y mostraban un desarrollo absolutamente normal. Ulteriores investigaciones, como la de Pötzl (1925), intentaron demostrar que los bilingües podrían desarrollar centros neuroanatómicos específicos para funciones relacionadas con el bilingüismo, como la traducción, la selección de la lengua, el cambio de una lengua a otra; esta área podría ser el giro supramarginal izquierdo. Otras regiones cerebrales que se han relacionado con la base neurológica del mecanismo de cambio de un idioma a otro son el lóbulo frontal, las estructuras subcorticales, el circuito prefrontal dorsolateral (y especialmente la cabeza del núcleo caudado), la corteza parietal y el cíngulo anterior. La postura que propone una localización cerebral diferenciada de la segunda lengua con respecto a la primera fue defendida también por Albert y Obler (1978). Además, estudios realizados con amital sódico¹⁹ durante tareas de producción oral, han permitido también defender la idea de una localización distinta de las dos lenguas, aunque dentro del mismo hemisferio. Paradis (2004) ha definido este modelo de organización cerebral como “hipótesis del sistema dual” (*Dual System Hypothesis*), según la cual cada lengua se sustenta en circuitos cerebrales separados, por lo que se almacenan por

¹⁹ Para una descripción de las técnicas de estudio del cerebro mencionadas en este apartado cfr. el cap. 2.2.

separado. Gómez-Ruiz (2008) observa que aunque este modelo se pueda aplicar a algunos tipos de recuperación no paralela, la hipótesis dual no es compatible con el patrón de recuperación paralela de afásicos bilingües. Otra crítica realizada por Paradis (1998) consiste en observar que la habilidad para cambiar de lengua no es distinta de otras capacidades de los monolingües, como la de emplear distintos registros lingüísticos.

La idea de que las lenguas en individuos multilingües puedan tener una localización distinta fue retomada a finales de los años 70 y 80 del siglo pasado. En esa época se empezó a aplicar la electroestimulación durante cirugías cerebrales para estudiar del cerebro bilingüe. Los resultados de estudios realizados con este método por Ojemann y Whitaker (1978), entre otros, mostraron que determinadas áreas corticales estaban implicadas en el procesamiento de ambas lenguas, mientras que otras áreas, bajo estimulación, eran capaces de inhibir selectivamente una u otra lengua. Ekiert (2003) recuerda también un estudio realizado con la misma técnica por Ojemann en 1983. La estimulación eléctrica de nueve zonas del córtex perisilviano lateral de una mujer de 30 años, sin ningún tipo de lesión cerebral, durante la realización de seis funciones relacionadas con el lenguaje mostró una diferencia en las zonas cerebrales implicadas en tareas de denominación de objetos mostrados en imagen en sus dos lenguas, griego e inglés. La estimulación del área de Broca o de Wernicke afectaba a las tareas lingüísticas realizadas en ambas lenguas, o bien solo en una u otra. Estos resultados parecen demostrar que las áreas cerebrales implicadas en las funciones lingüísticas de la lengua materna son distintas de las de la segunda lengua. Estos estudios fueron criticados por Gómez-Ruiz (2010) por no poderse repetir con una muestra poblacional más significativa y porque la localización cerebral de las áreas implicadas en los fenómenos descritos no estaba definida de manera exhaustiva, ya que resulta difícil estimular la misma área en diferentes ocasiones y en diferentes sujetos; además, la única tarea que tenían que realizar los individuos estudiados era la denominación y a la autora le ha parecido parcial inferir conclusiones sobre el lenguaje en sí tras la realización de un único tipo de test.

Por otro lado, según otra hipótesis formulada ya por los primeros investigadores, como Minkowski (1928) y retomada posteriormente, todas las lenguas se encontrarían en la misma área, pero tendrían circuitos neuronales distintos, con la implicación de distintas células neurales. Esta hipótesis tiene también el respaldo de estudios con la prueba RMf. Según este modelo, definido por Paradis (2004) “hipótesis del sistema tripartito” (*Tripartite System Hypothesis*), se almacenan juntos los elementos idénticos en las dos lenguas y por separado los elementos distintos. El punto débil de este modelo reside en la imposibilidad de su aplicación a los casos de recuperación en los que solo una de las lenguas está afectada.

Una última hipótesis se plantea como un término medio entre las diferentes posturas presentadas: las lenguas podrían estar organizadas parte en áreas comunes y parte en áreas específicas y separadas del cerebro. Este modelo, elaborado por Paradis (2004), ha sido denominado “hipótesis del subconjunto” (*Subsystem Hypothesis*), y se basa en la idea de que los bilingües posean dos juegos de conexiones neuronales, uno para cada lengua, dentro de un mismo sistema cognitivo. Avala esta hipótesis su compatibilidad con los distintos patrones de recuperación de las patologías del lenguaje en bilingües, que ofrecían a veces dificultades de interpretación: cada lengua es un subsistema del sistema lingüístico en su complejo, por lo que se pueden ocasionar daños tanto a nivel general del lenguaje, como en cada subsistema. Eso

significa que las dos lenguas no están neuroanatómicamente separadas, pero pueden funcionar autónomamente.

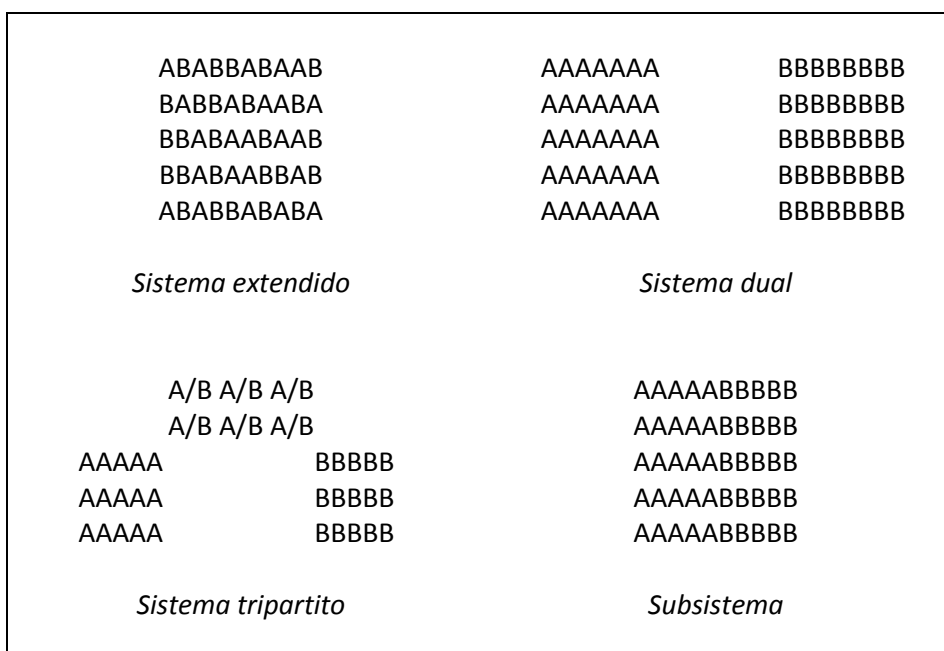


Fig. 11: Representación esquemática de las distintas hipótesis de representación del lenguaje en bilingües (Paradis, 2004)

3.2.2 El estudio del cerebro bilingüe mediante las técnicas de neuroimagen

Como se ha mencionado anteriormente, el empleo de las modernas técnicas de neuroimagen, en asociación con la realización de tareas cognitivas experimentales, ha sido muy útil para estudiar la organización cerebral en los seres humanos, ratificando la hipótesis de la especialización funcional de las áreas cerebrales implicadas en el lenguaje. Desde finales de los años 90 se empezó a aplicar las técnicas de neuroimagen²⁰, especialmente la tomografía por emisión de positrones (TEP) y la resonancia magnética funcional (RMf) al estudio del bilingüismo²¹. Gómez-Ruiz (2008) afirma que estos estudios han permitido analizar el fenómeno no solo desde el punto de vista de la representación del lenguaje, es decir según el sistema neuronal que subyace a las funciones lingüísticas, sino también cuanto al procesamiento cerebral del lenguaje, o sea las estrategias y recursos cerebrales utilizados, que pueden depender de otros procesos cognitivos. Se ha pensado así que la implicación de distintas áreas cerebrales en individuos bilingües podría deberse a la manera de aprender la segunda lengua: factores como la edad de aprendizaje, la modalidad, el nivel de competencia,

²⁰ Para una descripción de estas técnicas, cfr. cap. 2.2.

²¹ En opinión de Gómez-Ruiz (2008), la RMf y la TEP no están exentas de limitaciones técnicas. En primer lugar, los procesos lingüísticos tienen lugar en milisegundos y las pruebas de neuroimagen en segundos. Además, las comparaciones entre dos tareas resultan difíciles de interpretar y, al mismo tiempo, el uso de tareas complejas puede activar funciones cognitivas muy diversas. Tampoco es posible determinar si la activación de una determinada área cerebral se debe a un aumento de su actividad o a una inhibición de otros procesos. Al mismo tiempo, como bien explica Ekiert (2003) en las conclusiones de su estudio, los resultados obtenidos por estas técnicas no se corresponden a veces con los hallazgos neuropsicológicos y comportamentales.

el entorno lingüístico y la motivación parecen también influir en la organización biológica del lenguaje en una persona bilingüe.

Según la revisión realizada por Fabbro (2001a), los primeros estudios realizados con estas técnicas sobre pacientes bilingües fueron llevados a cabo por Klein y sus colaboradores a finales de los años 90 (Klein, Zatorre, Milner, Meyer & Evans, 1995; Klein, Milner, Zatorre, Zhao & Nikelski, 1999). En el primero, la tomografía por emisión de positrones evidenció que en tareas de formulación de palabras sujetos bilingües inglés-francés mostraban una mayor activación del putamen izquierdo en la lengua que dominaban menos. Los autores concluyeron que esta área del cerebro podría tener un papel crucial durante tareas de producción de una segunda lengua aprendida tardíamente. Abutalebi, Cappa y Perani (2001) añaden que esta hipótesis está ratificada por los estudios sobre el llamado “síndrome de acento extranjero”, asociado a daños subcorticales, en el que los pacientes monolingües parecen adquirir un acento extranjero al hablar. En el segundo estudio, también realizado con la prueba TEP, los sujetos eran bilingües chino-inglés que habían aprendido la segunda lengua (inglés) durante la adolescencia y tenían que realizar tareas de formulación de verbos. Las dos lenguas mostraban una activación de las mismas estructuras cerebrales (córtex izquierdo inferior frontal, dorsolateral frontal, temporal, parietal y cerebelo derecho). Los resultados del estudio sugieren una representación cerebral común, al menos a nivel macroscópico, tanto para la primera como para la segunda lengua. A las mismas conclusiones llegaron estudios realizados con resonancia magnética funcional, gracias a los cuales se defendió que, al menos a nivel macroscópico, las regiones cerebrales activadas durante el procesamiento verbal en bilingües eran las mismas para ambas lenguas y no diferían de las de los monolingües²².

La uniformidad de los resultados de los estudios mencionados contrasta con las deducciones de otra investigación realizada por Kim, Relkin, Lee y Hirsch (1997); este estudio dio un nuevo impulso a la investigación sobre la organización cerebral del lenguaje en bilingües, especialmente en la dirección de intentar determinar los factores que pueden influir en el “moldeamiento” de las estructuras cerebrales en individuos que se expresan en dos o más lenguas. En el estudio mencionado, se comparaban las áreas corticales activadas durante la generación de oraciones en seis bilingües tempranos y seis tardíos, ambos grupos con alta competencia. Las imágenes ofrecidas por la resonancia magnética funcional revelaron diferencias significativas en el grupo bilingüe tardío, en cuyo cerebro se activaban en el área de Broca dos centros diferentes para la primera y la segunda lengua, separados por aproximadamente 8 milímetros; esa diferencia no se encontraba en el grupo bilingüe precoz. Los estudiosos concluyeron que la separación anatómica de las dos lenguas se debía a la

²² Se pueden citar por ejemplo el estudio de Chee, Tan y Thiel (1999) realizado con resonancia magnética funcional sobre bilingües chino-inglés. Según estos autores las áreas activadas (zona prefrontal izquierda y las regiones parietales y occipitales de ambos hemisferios) eran las mismas para las dos lenguas e idénticas a las que se suelen activar en los monolingües durante la realización de tareas similares. Illes, Francis, Desmond, Gabrieli, Glover et al. (1999) emplearon la prueba de RMf para investigar la actividad cerebral en ocho bilingües tardíos inglés-español durante la realización de juicios semánticos y también concluyeron que los circuitos neuronales responsables del procesamiento léxico eran los mismos para las dos lenguas. Hernández, Martínez y Kohnert (2000) se sirvieron de la misma técnica para estudiar las áreas cerebrales activadas durante la denominación de imágenes en seis bilingües precoces español-inglés y tampoco encontraron diferencias a nivel macroanatómico.

diferente edad de adquisición. Sin embargo, este estudio ha sido criticado por Abutalebi et al. (2001), que imputa cierta falta de rigor metodológico en la definición de la competencia lingüística de los grupos experimentales, que tal vez se confundía con la otra variable, la edad de adquisición de la L2.

Las conclusiones de las investigaciones realizadas en los últimos años con distintos métodos de análisis, medidas electrofisiológicas y medidas conductuales, convergen en algunos puntos: los sistemas cerebrales subyacentes a la primera y a la segunda lengua son generalmente compartidos, sin diferencias significativas ni entre los idiomas ni entre los sujetos; factores como la edad de adquisición y la competencia lingüística influyen en la representación cerebral de las lenguas, así como el entorno lingüístico. En un estudio reciente realizado por Hasegawa, Carpenter y Just en 2002, a pesar de la sobreposición cortical en el procesamiento auditivo de las oraciones en japonés e inglés en los sujetos estudiados, se observaba una mayor activación cerebral en las oraciones en inglés (que en el experimento constituía la L2), resultado atribuido a una eventual mayor demanda cognitiva para el procesamiento de la segunda lengua. Los resultados parecen coherentes con otros estudios realizados con el objetivo de analizar el influjo de variables como la edad de adquisición y el dominio de la segunda lengua en la representación cerebral de las dos lenguas. Por ejemplo, un estudio realizado con la prueba TEP (Perani, Paulesu, Galles, Dupoux, Dehaene, Bettinardi et al., 1998) reveló una mayor activación en la región temporal izquierda del cerebro en los sujetos con menor competencia en la segunda lengua, independientemente de la edad de adquisición de la misma. Abutalebi et al. (2001) señalan que uno de los aspectos más positivos de los estudios de Perani et al. (1998) es la realización de tareas de comprensión asociadas a la observación de las imágenes del cerebro, ya que los estudios anteriores se habían centrado solo en la producción oral, y en particular en la producción de palabras. Otras investigaciones realizadas en los años siguientes sobre la comprensión de individuos bilingües han ofrecido importantes resultados. Según estos estudios, recogidos por Abutalebi et al. (2001), los bilingües tempranos presentan un mecanismo neuronal único para el procesamiento de las dos lenguas, que incluye las áreas del lenguaje clásicas²³. En el caso de los bilingües tardíos, es la competencia lingüística el factor que parece más influyente para moldear la organización funcional del cerebro: individuos con un elevado nivel de competencia activan áreas similares del hemisferio izquierdo para la L1 y la L2, mientras que los sujetos con un menor nivel presentan patrones de activación distintos para las dos lenguas. Resulta interesante también el estudio de Hernández, Costa, Sebastián-Gallés, Juncadella y Reñé, (2007), en el que se analizó el caso de una mujer bilingüe de 74 años con enfermedad de Alzheimer; el déficit producido por la enfermedad afectó en igual medida y de la misma manera las representaciones léxicas de los dos idiomas dominados por la paciente, indicio de que la organización cortical del léxico en los dos idiomas podría ser similar tanto para la L1 como para la L2. Como observa Gómez-Ruiz (2008), la hipótesis de que existan diferencias en las demandas energéticas para cada lengua, que, según los estudios mencionados son mayores cuando la L2 es débil, es coherente con el concepto de eficiencia neural, elaborado en el ámbito de la psicología comportamental por Ertl y Schafer (1969), según el cual cuando uno aprende a realizar una tarea compleja, ésta se vuelve automática porque en el proceso de aprendizaje se forman conexiones entre las áreas del cerebro

²³ En el lóbulo temporal, se incluyen el giro temporal superior y mediano, el giro angular y el polo temporal. En el lóbulo frontal, participan en el lenguaje bilingüe el giro frontal inferior y mediano.

implicadas, que hacen que la información se transmita de manera efectiva y casi inconsciente entre ellas cuando se realiza la tarea: cuanto mayor es la habilidad para realizar una determinada tarea cognitiva, más eficiente será su procesamiento neuronal; así, cuanto mayor sea la costumbre de hablar una determinada lengua, menor serán los requerimientos en términos computacionales para emplearla, menor el dispendio energético, lo que se reflejará en la figura obtenida con las pruebas de neuroimagen.

Otro factor que podría influir en la localización de las estructuras cerebrales implicadas en la segunda lengua es el entorno lingüístico. En un estudio realizado mediante la técnica de observación del flujo sanguíneo cerebral sobre adolescentes bilingües inglés-galés (Evans, Workman, Mayer & Crowley, 2002), fueron analizados cuatro grupos, organizados según la edad de adquisición del galés como segunda lengua (antes o después de los 5-6 años) y el entorno lingüístico en el que vivían (bilingüe inglés-galés o monolingüe inglés). Resultó una mayor implicación del hemisferio derecho para el grupo bilingüe tardío que vivía en un entorno monolingüe. La investigación parece sugerir que la edad de adquisición no es el único factor que influye en la organización cerebral del bilingüe (Ekiert, 2003). Según Paradis (1998) entre otros aspectos influyentes en los mecanismos cerebrales del bilingüe podría encontrarse también el grado de motivación para el aprendizaje de la segunda lengua, componente que influiría en la eficiencia de los sistemas neurofuncionales. El deseo por comunicar algo podría facilitar la activación de las unidades lingüísticas, reduciendo el número de impulsos necesarios para que dichas unidades sean escogidas y reforzando al mismo tiempo la práctica de la L2.

3.2.3 Modelo del control inhibitorio

Como se ha mencionado anteriormente, ya desde finales del siglo XIX se empezó a poner en duda la idea de que los bilingües posean una organización neuroanatómica del lenguaje distinta a la de los monolingües. En aquel entonces se intentaba buscar una explicación a los patrones de recuperación no paralela del lenguaje, que se habían encontrado en afásicos bilingües. Como hemos visto, Pitres (1895) introdujo el concepto de “debilitación” de una lengua: según el neurólogo francés en la afasia no está destruido totalmente el substrato físico del lenguaje, sino que simplemente está debilitado, lo que provoca la inhibición de un determinado idioma; los diferentes grados de inhibición justifican las distintas modalidades de recuperación. Pitres (1895) argumentaba su teoría de la “inhibición” del lenguaje en situaciones patológicas observando que la recuperación de los pacientes se verifica siempre en un lapso de tiempo mucho más breve que la adquisición de una lengua, lo que implica que los déficits provocados por la lesión no provocan la pérdida de las lenguas, sino que simplemente la hacen parcialmente inaccesible. Como hemos mencionado, en la aplicación de un determinado modelo u otro de recuperación influye también la naturaleza del daño que sufren los mecanismos de control y distribución de recursos entre los distintos sistemas lingüísticos. Finalmente, la elección de una determinada lengua u otra para que se recupere antes o después puede ser una consecuencia de daños en el mecanismo de control de las lenguas o en el acceso a un sistema lingüístico u otro.

Se sitúa en esta línea el llamado “modelo del control inhibitorio” de Green (1986), que intenta explicar la distribución de recursos que el sistema nervioso consume para regular el uso de las distintas lenguas de un bilingüe. Este modelo tiene la ventaja de ofrecer una posible

explicación a los errores del habla en personas normales, que se podría extender al habla de los afásicos. El modelo de control inhibitorio se basa en tres conceptos: control, activación y recurso. El bilingüe necesita mantener separado cada código lingüístico, separación que se realiza mediante un mecanismo de control sobre el lenguaje. Por lo que concierne al segundo concepto, la selección de las palabras se efectúa mediante un proceso de activación: una palabra tiene que alcanzar un determinado umbral de activación para estar disponible y ser seleccionada. Existen tres posibles estados de activación de un sistema lingüístico:

1. Seleccionado, cuando está disponible para el *output* verbal.
2. Activo, cuando el sistema juega un papel importante en el proceso de generación del mensaje.
3. Durmiente, en el caso en que la lengua resida en la memoria a largo plazo, sin efectos en la producción del mensaje.

En un bilingüe, los dos sistemas lingüísticos están activos a la vez, hecho evidente en el fenómeno denominado *code-switching*²⁴, el intercambio de código. Finalmente, para ejercer el control se necesita emplear recursos energéticos para incrementar o disminuir la activación de algunos componentes.

Este modelo parte de la idea de que para comunicarse a través del lenguaje, en primer lugar se extraen representaciones conceptuales de la memoria a largo plazo. La intención comunicativa y la planificación del mensaje están mediadas por tres centros de control: un centro de control ejecutivo, que se encarga del mantenimiento de los objetivos comunicativos; un segundo controla los esquemas lingüísticos de cada tarea (por ejemplo, traducir o nombrar objetos), distintos para cada idioma y en competición entre ellos; el tercer centro de control se situaría dentro del sistema léxico-semántico, en el que se produce la selección de la palabra correcta. En el modelo de Green (1986) para decidir qué sistema lingüístico activar existen “etiquetas” asociadas a las palabras, que permiten distinguir a qué sistema pertenecen los ítems. La selección de un idioma dependería en realidad más de la desactivación del otro idioma que de la mayor activación del sistema lingüístico que se quiere emplear. Según este modelo la supresión de un sistema lingüístico se puede realizar de dos formas: internamente, es decir restringiendo la recuperación de los sonidos de las palabras de la L2 si lo que se quiere es hablar la L1, o bien externamente, suprimiendo la activación del *output* en la L2 en el momento del ensamblaje fonológico. En el caso de la traducción, la lengua que no se quiere hablar se suprime internamente, mientras que en el habla espontánea la supresión es externa. En casos de déficits del lenguaje, muchas veces se tienen problemas de control de los sistemas lingüísticos. Según el modelo de Green (1986), a veces el hecho de que un paciente bilingüe no pueda hablar una de las lenguas que conocía antes del daño cerebral es consecuencia de un problema en la capacidad de desactivación de la lengua que se habla, más que una falta de activación de la lengua que no se habla.

Como observa Gómez-Ruiz (2008), este modelo, aunque sea puramente teórico, posee múltiples ventajas. En primer lugar, permite explicar ciertos errores en el habla de una persona

²⁴ El *code-switching* intercambio de códigos consiste en el uso de materiales de dos o más lenguas por un mismo hablante en el transcurso de una misma conversación (Thomason, 2001), que se produce en un contexto en el que los receptores también entienden ambas lenguas.

normal, y no solo en los afásicos, ya que puede también aplicarse a monolingües. En opinión de Paradis (1998), el mecanismo que emplea un bilingüe para identificar las palabras correspondientes a cada lengua podría ser similar al que utiliza un monolingüe para seleccionar entre diferentes sinónimos, estructuras sintácticas o registros. Otra de las ventajas del modelo inhibitorio es su adaptación a todos los distintos patrones de recuperación en los casos de afasia en políglotas²⁵, aunque, como observa Fabbro (2001), en algunos pacientes la recuperación no paralela de las facultades lingüísticas se debe más a fenómenos patológicos, como la pérdida de tejido cerebral originariamente implicado en la organización de las funciones lingüísticas.

3.2.4 Modelo neurolingüístico integrado

El denominado “modelo neurolingüístico integrado” fue elaborado por Michel Paradis (1998, 2004), uno de los estudiosos que más ha contribuido al estudio del bilingüismo desde el punto de vista neurolingüístico. Este modelo permite interpretar la organización y representación del lenguaje en los bilingües, al mismo tiempo que da una explicación del rendimiento de los pacientes políglotas que sufren una lesión cerebral. Según este modelo, el lenguaje constituye un dominio cognitivo específico, diferente de otras funciones cerebrales. En los individuos bilingües, el lenguaje estaría dividido en diferentes subsistemas lingüísticos, uno para cada lengua, que, a su vez, se compondrían de varios módulos. De hecho, la modularidad neurofuncional es, en su opinión, la característica principal del lenguaje.

Por lo que concierne a la representación de las lenguas en el cerebro, Paradis (2004) cree que no hay diferencias cualitativas en el procesamiento de dos o más lenguas, sino simplemente cuantitativas. Hemos visto anteriormente que la “hipótesis del subconjunto” (Paradis, 2004) es la única que parece dar cuenta de todos los patrones de recuperación del habla por parte de pacientes bilingües. Según este modelo, los bilingües poseen dos juegos de conexiones neuronales, uno para cada lengua, dentro de un mismo sistema cognitivo (Fig. 12). Cada lengua, por otro lado, está representada de forma modular, con una división entre registros (formal, informal) y niveles lingüísticos (fonología, morfología, léxico, etc.). Las palabras se representan dentro de cada subsistema mediante sus rasgos formales y semánticos; la representación léxica, por otro lado, está conectada a un sistema conceptual común para las dos lenguas, que elabora y planifica el mensaje a emitir antes de ser procesado verbalmente.

Paradis (2004) insiste en la modularidad como característica fundamental del sistema lingüístico. El cerebro en su complejo parece organizado por núcleos de neuronas con una función específica. El lenguaje, considerado como competencia lingüística implícita, es representado como un sistema neurofuncional dividido en módulos, que se encargan de las

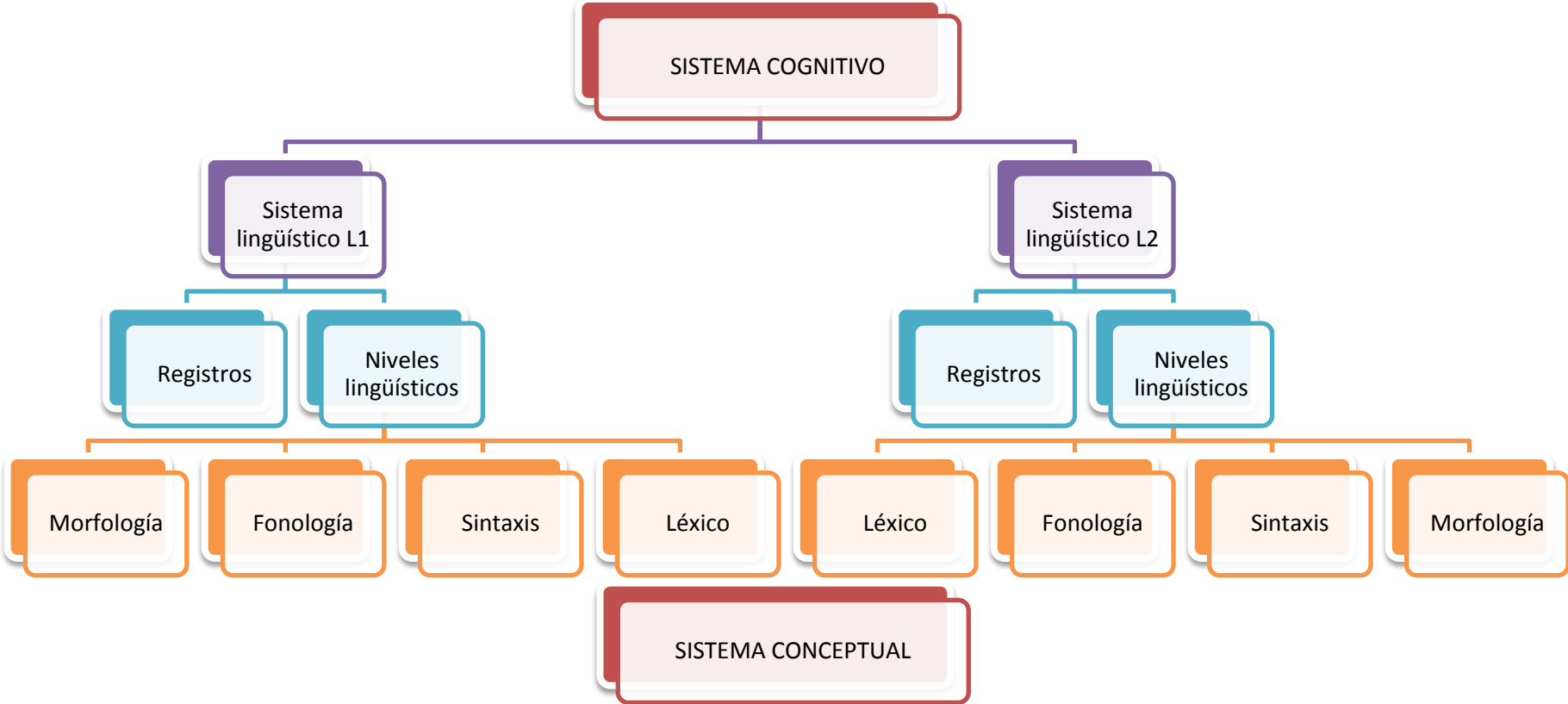
²⁵ El patrón de recuperación paralelo se debería a una distribución uniforme de los recursos entre las dos lenguas. El diferencial a recursos inhibitorios insuficientes, sobre todo en una de las lenguas. En el modelo sucesivo, el mecanismo de control de los recursos suministra energía para la activación primero a una lengua y seguidamente a la otra. Al revés, en el patrón selectivo solo un sistema lingüístico recibe recursos. En el caso del modelo antagonista, una lengua desaparece por medios insuficientes para la activación del sistema. El patrón antagonista alternante se justifica por una distribución alterna de los recursos, debido a una alteración de los mecanismos de control o bien por falta de eficacia en la distribución de los mismos. La mezcla de códigos se debe a una insuficiencia de recursos inhibitorios. Finalmente, en la traducción paradójica cada sistema lingüístico suprime externamente el otro sistema y al mismo tiempo su propia actividad (Gómez-Ruiz, 2008).

distintas componentes del lenguaje, como la fonología, la morfosintaxis y la semántica. Siempre según esta teoría (Paradis, 2004), cada módulo se divide en subsistemas, correspondientes a las lenguas habladas por el sujeto. Los módulos neurofuncionales son aislables, autónomos, tienen un fin específico y funcionan como componentes de una unidad más amplia. Las funciones internas de cada módulo no son compartidas, pero el *output* de un módulo puede conectarse con el de otro. Los módulos neurofuncionales en su conjunto, es decir, no solo los lingüísticos, tienen un papel específico y activan procesos automáticos e implícitos y trabajan autónomamente, aunque, como en el caso del lenguaje, puedan estar asociados con otros sistemas motores o sensoriales. La hipótesis de una organización modular del lenguaje está ratificada por la posibilidad de que ocurran patologías que pueden afectar a una determinada función lingüística y no a otra.

Paradis (2004) ofrece también una nueva formulación de la hipótesis, elaborada ya en el siglo XIX por Pitres (1895) y ratificada por Green (1986), de que en afásicos bilingües la lengua no disponible esté funcionalmente inhibida. Según Paradis (2004), la momentánea falta de disponibilidad de una lengua puede deberse a un aumento del umbral necesario para la activación de esa lengua (*Activation Threshold Hypothesis*). Para que un elemento se active tiene que recibir los suficientes impulsos positivos que le permitan alcanzar su umbral de activación. Una vez en funcionamiento, el umbral de activación del elemento baja y son necesarios menos impulsos para volverlo a activar; al revés, si un elemento no es estimulado, su umbral de activación crece y serán necesarios más recursos para volverlo a activar. En el caso de afásicos bilingües, aumentaría el umbral de activación de uno de los sistemas lingüísticos o de parte del mismo. La hipótesis de un fallo en el mecanismo de activación es coherente con todos los patrones de recuperación, paralelos y no paralelos, de afásicos bilingües²⁶. En opinión de Gómez-Ruiz (2008), el modelo de control inhibitorio de Green (1986) y la hipótesis de los umbrales de activación de Paradis (2004) son complementarios. Sin embargo, la autora apunta que tanto un modelo como el otro, así como en los principios de activación/inhibición formulados por Pitres (1895) en los que ambos autores se inspiran, siguen moviéndose en el ámbito de la teoría y los mecanismos reales por lo que se produciría la activación o desactivación de un sistema lingüístico u otro siguen siendo desconocidos.

²⁶ En la recuperación paralela las dos lenguas estarían inhibidas por igual. En el patrón diferencial, una lengua está más inhibida que la otra. Por lo que concierne la recuperación sucesiva, una de las lenguas estaría temporalmente inhibida y alcanzaría el umbral de activación después de que lo haya hecho la otra. Al revés, en el patrón selectivo, una de las lenguas está permanentemente inhibida. La recuperación antagonista se explica por una inhibición de una de las lenguas, y luego de la otra. En el antagonista alternante, se inhiben una u otra lengua por períodos alternos. En la mezcla de códigos el umbral de activación del elemento es menor en la lengua que no se está utilizando o no puede ser inhibido adecuadamente. Finalmente, el fenómeno de la traducción paradójica se explica por una exagerada activación de los elementos de la lengua que no se está empleando como habla espontánea (Gómez-Ruiz, 2008).

Fig. 12: Representación esquemática de la hipótesis del subconjunto de Paradis (2004).



3.2.5 La lateralización

Uno de los aspectos más debatidos por los neurolingüistas con respecto a la organización cerebral del bilingüe es la denominada lateralización: se cree que el hemisferio derecho pueda estar más implicado en el procesamiento de la L2. De hecho, en estudios con TEP y RMf se ha notado una mayor activación del hemisferio derecho en hablantes bilingües.

Antes de analizar en concreto la cuestión de la lateralización en los bilingües, hay que definir qué significa que el hemisferio derecho pueda tener una mayor participación. Siguiendo a Paradis (1990), podrían existir cuatro posibilidades. La primera es la “hipótesis de la participación redundante” (*Redundant Participation Hypothesis*), según la cual ambos hemisferios procesan la información de manera idéntica, pero con una mayor participación del hemisferio izquierdo; la participación del hemisferio derecho en el lenguaje sería así redundante. Según la hipótesis de la “participación cuantitativamente complementaria”, cada hemisferio procesa el mismo estímulo de la misma manera, con mayor participación del izquierdo, pero el procesamiento en el derecho es indispensable para una correcta comprensión e interpretación de los datos, por lo que el procesamiento del hemisferio derecho sería complementario al del izquierdo. Se puede concebir también una “participación cualitativamente paralela”, si se considera que el mismo estímulo es procesado de una forma diferente por ambos hemisferios, por lo que el procesamiento del hemisferio derecho sería cualitativamente complementario al del izquierdo. Finalmente, se podría plantear una “participación cualitativamente selectiva”, en la que cada hemisferio, de acuerdo con sus capacidades funcionales, se especializa en el procesamiento de diferentes aspectos de un estímulo complejo, por lo que también la participación del hemisferio derecho sería complementaria a la del izquierdo. Entre las modalidades de procesamiento que se atribuyen a cada hemisferio se encuentran dicotomías como: procesamiento analítico (izquierdo) vs global (derecho), secuencial (izquierdo) vs concomitante (derecho), lógico (izquierdo) vs analógico (derecho), dependiente del contexto (izquierdo) vs independiente (derecho) y deductivo (izquierdo) vs inductivo (derecho). Por lo que concierne a los aspectos de una frase que se suelen atribuir a distintos hemisferios, se encuentran, entre otros, análisis (izquierdo) vs síntesis (derecho), aspectos fonémicos (izquierdo) vs aspectos prosódicos (derecho), y la sintaxis (izquierdo) vs la pragmática (derecho).

Los estudios sobre la lateralización cerebral en los bilingües han intentado dar respuesta a dos cuestiones principales: la primera es si existen diferencias relativas a la implicación del hemisferio derecho entre monolingües y bilingües, y la segunda si existe una diferente lateralización de las dos lenguas del bilingüe. Las respuestas a estas preguntas han sido tan variadas como contradictorias. Se presentan a continuación las cinco posiciones teóricas distintas sobre el tema, a las que se refieren Vaid y Hall (1991):

1. Una primera hipótesis, denominada “del bilingüe balanceado” (*Balanced Bilingual Hypothesis*), sostiene que la adquisición de un alto nivel de competencia en una lengua (llegar a ser bilingüe balanceado), implica una reestructuración cognitiva que puede implicar una mayor participación del hemisferio derecho para procesar la primera o la segunda lengua con respecto a los monolingües.

2. Según la “hipótesis de la segunda lengua” (*Second Language Hypothesis*), el hemisferio derecho estaría más implicado en la adquisición de la segunda lengua que en la primera. Además, los bilingües precoces no mostrarían dominancia lateral izquierda para el lenguaje, al contrario de los bilingües tardíos con alto nivel de competencia, que presentarían claramente una mayor implicación cerebral del hemisferio izquierdo.
3. La “hipótesis del estado de adquisición de la L2” (*Stage Hypothesis*), elaborada y defendida principalmente por Obler (1981), sostiene que la implicación del hemisferio izquierdo en la segunda lengua se ampliaría con el aumento de la competencia lingüística en esa lengua. El grado de lateralización dependería así del nivel de conocimiento de la segunda lengua. El modo de procesar el lenguaje del hemisferio izquierdo correspondería al de un hablante lingüísticamente maduro, mientras que el hemisferio derecho, con su funcionamiento holístico, podría adaptarse mejor a las necesidades de un aprendiz. Los patrones de recuperación no paralelos parecen avalar esta hipótesis. Finalmente, algunos estudios sostienen que individuos que sufrieron lesiones en el hemisferio derecho podrían tener más dificultades en el aprendizaje de nuevo material lingüístico. Sin embargo, en épocas más recientes esta hipótesis ha sido desmentida. Según la revisión realizada por Hull y Vaid (2007) de 66 estudios relacionados con la lateralización cerebral, se encontraría una menor lateralización del lenguaje en bilingües tempranos; Guerra (2007) infiere por lo tanto que el aprendizaje precoz de dos lenguas al mismo tiempo podría generar un patrón único de organización bilateral del lenguaje: parece que los sujetos con menor manejo del idioma muestran activaciones más asimétricas hacia el hemisferio izquierdo que los sujetos con mayor dominio.
4. La “hipótesis de la modalidad de adquisición de la L2” (*Manner-of-acquisition Hypothesis*), considerada una revisión de la precedente postura, pretende demostrar que el hemisferio derecho puede tener una mayor implicación cuando la segunda lengua es adquirida en un contexto informal y natural, mientras que el hemisferio izquierdo se adaptaría mejor al aprendizaje formal y basado prevalentemente en el lenguaje escrito.
5. Finalmente, la “hipótesis de la edad de adquisición” (*Second Language Acquisition Hypothesis*), considera que las diferencias entre bilingües precoces y tardíos podrían reflejarse en distintas estrategias de procesamiento del lenguaje en el cerebro. Los bilingües que adquirieron la L2 en la infancia se sirven preferentemente de una estrategia de tipo semántico, más propia del hemisferio izquierdo, mientras que el procesamiento de los bilingües tardíos es más dependiente de ciertos aspectos exteriores del input lingüístico, como los datos acústicos, con un modo de proceder más acorde con las características del hemisferio derecho. Como explica Schneiderman (1986), la predominancia del hemisferio izquierdo en las tareas relacionadas con el lenguaje puede deberse al hecho de que para la mayoría de los aspectos lingüísticos es mejor un procesamiento analítico-secuencial. Un aprendiz de una lengua extranjera tiene que integrar el estímulo lingüístico entrante con datos lingüísticos previos y con conocimientos procedentes de otros numerosos dominios cognitivos. El hemisferio derecho, con su modo de funcionamiento holístico-paralelo, parece especialmente adecuado para estas tareas. El aprendiz de una lengua, sea niño o mayor, reconoce una serie de modelos o partes recurrentes que constituyen las oraciones, que aplicará

a su vez en las tareas de producción. Esta “fragmentación” de los datos lingüísticos podría tener lugar en el hemisferio derecho, mientras que el análisis lingüístico sería realizado por el hemisferio izquierdo. El hemisferio derecho, por otra parte, sería incapaz de efectuar el análisis fonético del lenguaje, mientras que el hemisferio izquierdo sería el encargado de realizar las funciones más estrictamente lingüísticas.

Gómez-Ruiz (2008) añade a esa revisión otras tres posibles causas de la menor lateralización del lenguaje en bilingües²⁷.

6. Según la “hipótesis de la modalidad”, aprender una lengua mediante la lectura y la escritura promueve una mayor participación del hemisferio izquierdo, a diferencia de un aprendizaje basado en la oralidad.
7. La “hipótesis de la especificidad del lenguaje” pretende demostrar que ciertas lenguas tienen características que harían necesaria una mayor participación del hemisferio derecho, como la entonación, la dirección de la escritura o los sistemas ideográficos.
8. Finalmente, según la “hipótesis de la distancia estructural”, los bilingües que aprenden dos lenguas con grandes diferencias estructurales, organizarían el sistema lingüístico de cada lengua de forma más separada que en el caso de lenguas similares.

Michel Paradis (1990) fue el primer investigador en mostrarse abiertamente crítico ante los estudios realizados hasta el momento para intentar demostrar la mayor participación del hemisferio derecho en bilingües y las condiciones que hacen posible esta lateralización. En opinión del autor, es injustificado afirmar una mayor lateralización derecha del lenguaje en bilingües. Tras una revisión de los estudios sobre el tema, Paradis (2004) concluye que no existen diferencias sustanciales en la participación de los dos hemisferios en los bilingües en general, en comparación con los monolingües, aunque se han encontrado diferencias en subgrupos específicos de bilingües o bajo determinadas condiciones²⁸. El autor critica

²⁷ Recientemente, han sido elaboradas nuevas hipótesis sobre las causas de la diferente lateralización del lenguaje (Minagawa-Kawai, Cristià & Dupoux, 2011), que ponen especial énfasis en el tipo de información sonora que el cerebro debe procesar, identificando diferencias en la lateralización dependiendo de las características físicas del estímulo (*Signal-driven Hypothesis*), de las características lingüísticas del input verbal (*Domain-driven Hypothesis*) o bien de la experiencia de adquisición del lenguaje (*Learning Biases Hypothesis*). Aun considerándolas muy interesantes, no insistimos en la explicación de estas hipótesis, debido a que las tres se limitan a dar una explicación de la percepción del lenguaje hablado.

²⁸ Para dar cuenta de las contradicciones que Paradis (2004) encuentra en los estudios realizados sobre la cuestión de la lateralización en bilingües, podemos citar, a modo de ejemplo, los resultados de algunos estudios realizados sobre el tema en las décadas pasadas. Orbach (1967) encontró una mayor implicación del hemisferio derecho en bilingües precoces, Albanèse (1985), al contrario, demostró una menor asimetría en los bilingües tardíos. Vaid y Lambert (1979) solo en mujeres bilingües precoces y en hombres tardíos. Un experimento de Wuillemín, Richardson y Lynch (1994) sobre bilingües de Papúa Nueva Guinea, también parece demostrar una mayor participación de la parte derecha del cerebro en bilingües tardíos. Moss, Davidson y Saron (1985) describieron el fenómeno cuando el sujeto tiene los ojos cerrados; Mägiste (1992) indicó una mayor participación del hemisferio derecho en bilingües equilibrados. Asimismo, la asimetría se ha estudiado también en otros subgrupos, con resultados también desiguales: se ha encontrado esa mayor participación del hemisferio derecho en bilingües con alta competencia que han aprendido la L2 en contexto formal (Bergh, 1986), mientras que otros estudios describen el fenómeno en bilingües en los primeros estadios del aprendizaje de la lengua en contexto informal (Galloway & Krashen, 1980).

especialmente la inconsistencia de los resultados obtenidos y las inferencias extraídas de estos estudios, así como el papel atribuido al hemisferio derecho: las evidentes diferencias en los resultados suelen encontrar su explicación en errores en los parámetros metodológicos de diseño del experimento.

En un artículo sobre la lateralización, Obler, Zatorre, Galloway y Vaid (1982) analizan las variables metodológicas que pueden influir en los resultados de los experimentos realizados con bilingües en búsqueda una posible lateralización derecha del lenguaje, aspectos metodológicos que podrían haber justificado la variedad de resultados encontrados en los estudios sobre el tema. Se trata de consideraciones metodológicas interesantes, puesto que Obler, junto con Albert (Albert et al., 1978) es uno de los mayores defensores de la lateralización derecha en los bilingües, pero aún así concuerda en la idea de que los resultados contradictorios de ciertos estudios sobre el tema puedan deberse a errores metodológicos en el diseño del experimento. Por lo que atañe a la selección de la muestra, en primer lugar hay que tener en cuenta si los sujetos son diestros o zurdos, ya que, como vimos, también en monolingües se encuentran diferencias en la organización cerebral del lenguaje en estos dos grupos; el género también es un factor a tener en cuenta, ya que el patrón estándar de localización cerebral del lenguaje es más característico del cerebro masculino; otros aspectos muy importantes y que se suelen considerar en los experimentos son la edad de la muestra, la edad de adquisición y el nivel de competencia en las dos lenguas; finalmente, la modalidad de adquisición y el entorno lingüístico del sujeto podrían también ser factores influyentes. Por lo que concierne al estímulo, las dificultades surgen de la posibilidad de encontrar estímulos lingüísticos comparables para los dos idiomas, sobre todo en aspectos como la longitud de las palabras o su composición fonética. Desde el punto de vista del test en sí, hay que tener en cuenta aspectos técnicos muy importantes, como la duración del estímulo o la longitud de las palabras; además, en el diseño de las tareas a realizar, hay que preguntarse qué niveles del procesamiento se controlan mediante la tarea que se va a realizar. Asimismo, según estos autores (Obler et al., 1982), es normal obtener resultados distintos en tareas de percepción y de producción, en experimentos en los que las lenguas están mezcladas o separadas, además de un empleo distinto de la memoria si el estímulo es analizado inmediatamente o después de un tiempo, aspecto que también puede influir en los resultados de test realizados especialmente con sujetos con una menor competencia en la L2. Se ha demostrado también que la implicación del hemisferio izquierdo puede aumentar en el transcurso del experimento o cuando el sujeto se familiariza con el estímulo. En el diseño de la tarea, hoy en día resulta asimismo difícil comparar los resultados con los obtenidos por individuos totalmente monolingües, ya que el bilingüismo está muy presente en nuestra sociedad. Finalmente, también la interpretación de los resultados necesita en opinión de Obler et al. (1982) una especial atención por su influjo en las conclusiones que se extraen del experimento. En primer lugar, si se encuentran diferencias significativas en el grado de lateralización entre dos grupos o lenguas, no se garantiza automáticamente que esas diferencias reflejen directamente la lateralización cerebral. Asimismo, los autores animan a basarse en medidas establecidas para evaluar la especialización hemisférica (como el *laterality index*)²⁹. Mucha precaución hay que

²⁹ El *Laterality Index* (LI) es una medida estadística empleada para evaluar la dominancia hemisférica del lenguaje en estudios realizados con Resonancia Magnética Funcional. Este valor depende del volumen cortical activado durante la prueba de RMf (Seghier, 2008).

tener también, según los autores, en el análisis de resultados estadísticamente poco significativos. La complejidad de los factores implicados en este tipo de experimento tiene que animar a un tratamiento muy prudente de los datos, ya que se podrían realizar inferencias erróneas sobre toda la población bilingüe.

No se ha demostrado todavía que el grado de asimetría que se encuentra en la realización de una determinada tarea pueda reflejar directamente su grado de lateralización cerebral y estas advertencias se pueden extender al estudio de la asimetría cerebral en los bilingües. Por lo que concierne a las consecuencias de daños cerebrales en los bilingües, que podría considerarse como otra prueba de lateralización, los estudios sobre este subgrupo han mostrado síntomas similares a los monolingües; además, como observa Gómez-Ruiz (2008), si el hemisferio derecho tuviera realmente un papel adicional en los bilingües, los casos de afasia cruzada en estos sujetos serían mucho más frecuentes que en los monolingües, mientras que los estudios clínicos apuntan justo a lo contrario. En el análisis de las consecuencias lingüísticas de daños cerebrales sufridos por el hemisferio derecho, se suelen relatar síntomas similares a los monolingües en cuanto a medida y forma, como por ejemplo déficits en la prosodia afectiva y en la habilidad para comprender la comunicación no literal (humor, sarcasmo, ironía, sobreentendidos, analogías, actos de habla no explícitos, etc.). Finalmente, la hipótesis de una localización del lenguaje en el hemisferio derecho en bilingües ha sido desmentida por el test de Wada, la estimulación eléctrica del cerebro y el escáner TEP. La explicación de la mayor activación del hemisferio derecho en bilingües, que se ha evidenciado en la observación de la actividad cerebral mediante las técnicas de neuroimagen sería, según Paradis (2004), el resultado de factores pragmáticos, que se emplearían para compensar los defectos en el uso de la L2. Como el hemisferio derecho está implicado en la realización de muchas tareas pragmáticas, el aumento de las inferencias pragmáticas por parte de los bilingües cuando hablan la lengua que conocen menos podría estar justificado por la necesidad de compensar la falta de fluidez con otros mecanismos lingüísticos, que están normalmente a cargo del hemisferio derecho.

3.3. Bilingüismo y lenguaje: algunos aspectos cognitivos y neurológicos

3.3.1 Las bases neurales del control de la lengua en uso

En un artículo dedicado a la mente bilingüe, Bialystok, Fergus, Craik, Green y Gollan (2009) afirman que una de las principales diferencias entre el lenguaje bilingüe y el monolingüe reside en que el bilingüe tiene que emplear cierto control y atención para producir correctamente el lenguaje en un idioma; este hecho tiene consecuencias cognitivas positivas, ya que los bilingües parecen tener mejores resultados en tareas que requieren monitorización, atención y una prevalencia de la memoria de trabajo.

El uso de dos idiomas impone demandas cognitivas adicionales para el control del habla: el bilingüe puede hablar una lengua en vez de otra, monitorizar el lenguaje que está empleando, mantener o cambiar de idioma, cometer cambios de idiomas involuntarios o intencionales. La red de control cognitivo tiene tres componentes básicos:

1. La ejecución del proceso
2. La monitorización del proceso
3. La competición para el control del sistema lingüístico

El procesamiento de dos lenguas, aunque se tenga un elevado nivel de competencia en ambas, requiere más esfuerzos por parte del bilingüe que en el procesamiento del lenguaje monolingüe, ya que hay una implicación constante de regiones cerebrales asociadas con el control cognitivo. Como explican Bialystok et al. (2009) tras una revisión de estudios sobre el tema, las principales estructuras cerebrales implicadas en estas tareas son:

1. El córtex prefrontal, implicado en la toma de decisiones, en las funciones ejecutivas, en la selección e inhibición de respuestas y en la memoria de trabajo.
2. El córtex cingulado anterior, encargado de la atención, la detección de errores y la monitorización de conflictos.
3. Los ganglios basales y el caudado, que se ocupan de la elección del lenguaje, de la planificación y de la selección lexical.
4. El lóbulo parietal inferior, implicado en el mantenimiento de las representaciones (gracias a su conexión con el córtex prefrontal), en la selección de las respuestas en competición entre ellas (mediante sus conexiones con los ganglios basales) y en la memoria de trabajo.

Característica del bilingüismo es también la capacidad para cambiar de una lengua a otra, otro de los aspectos que determina ventajas cognitivas en comparación con los monolingües, sobre todo en tareas de carácter no verbal. Según describen Bialystok et al. (2009), las bases neurales de tareas relacionadas con el cambio de idioma residen en varias zonas cerebrales: el córtex prefrontal, el córtex parietal inferior y los ganglios basales, además del córtex cingulado anterior, están implicados en la habilidad para cambiar de una lengua a otra voluntariamente; entre las áreas responsables de esta función se pueden incluir también el lóbulo prefrontal y el lóbulo parietal inferior izquierdo, ya que lesiones en estas zonas cerebrales provocan cambios de lengua patológicos. Además, lesiones en la cabeza del núcleo caudado pueden provocar un patrón de recuperación selectivo. Finalmente, la resonancia magnética indica una mayor

actividad parietal y frontal asociada con el cambio de código. Esta zona del cerebro también muestra cierta activación durante la comprensión, aspecto que, según el estudio mencionado (Bialystok et al., 2009), denotaría cierta presencia de procesos de control en tareas que no implican la producción. Por otro lado, la traducción parece activar el córtex cingulado anterior y estructuras subcorticales de ambos hemisferios. Se menciona asimismo una mayor activación dorsolateral izquierda durante la traducción hacia la L2 que en sentido contrario. Finalmente, la experiencia bilingüe puede alterar la densidad de la materia gris en algunas regiones relacionadas con el control, así como las conexiones de la materia blanca que se conectan a la materia gris.

3.3.2 La memoria

Ya desde finales del siglo XIX, Pitres (1895) en el primer estudio sistemático sobre la afasia, avanzó la hipótesis de que pudieran existir distintos tipos de memoria; según el neurólogo francés, memoria y lenguaje estaban tan estrictamente conectados que cada función lingüística podía tener su propia memoria. Investigaciones posteriores han ratificado la hipótesis de que podrían existir varios tipos de memoria (Fig. 13), que, junto con la competencia lingüística, contribuyen a la generación de oraciones y a la comprensión del lenguaje. Los tipos de memoria más implicados en el lenguaje son la memoria ecoica (una especie de almacén que conserva por breves instantes la información auditiva antes de que se pierda), la memoria a breve término (un mecanismo que permite concentrar los recursos cognoscitivos en un pequeño conjunto de representaciones mentales por un breve plazo de tiempo) y la memoria a largo plazo (el conjunto total de conocimientos que posee una persona, resultado del almacenamiento de todos los recuerdos adquiridos a partir de la memoria sensorial y a corto plazo).

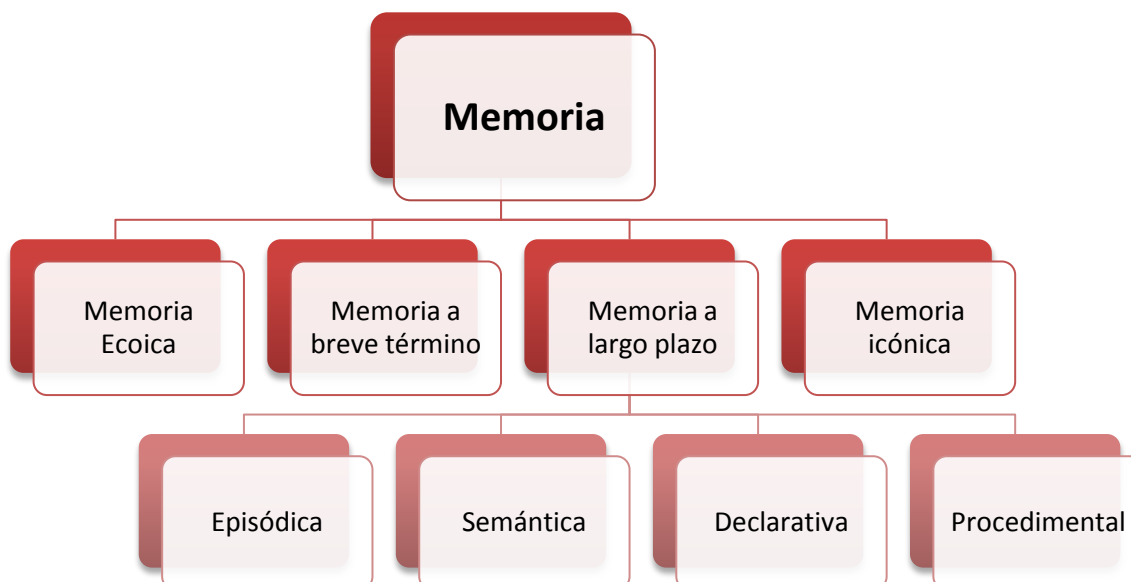


Fig. 13: Los distintos tipos de memoria

Como resume Paradis (1997), cada tipo de memoria es determinante en aspectos de la producción o comprensión del lenguaje, hecho demostrado los tipos de déficits del lenguaje

que se pueden generar a consecuencia de daños en la memoria. Esta facultad cognitiva tiene también gran importancia en el procesamiento cerebral del lenguaje de los bilingües y en el funcionamiento de los dos distintos módulos lingüísticos de estos tipos de sujetos.

Memoria declarativa y procedimental

Una primera distinción que se puede realizar en la descripción de la facultad de la memoria es entre memoria declarativa (o explícita) y procedimental (o implícita). La primera incluye los conocimientos que vamos aprendiendo conscientemente, mientras que la segunda está implicada en la adquisición de capacidades motoras o cognitivas de manera implícita. Ambos tipos de memoria están implicados en el lenguaje. Según Paradis (2004), en la adquisición, representación y uso del lenguaje, juegan un papel muy importante la memoria declarativa y procedimental. La memoria declarativa está asociada al léxico y al aprendizaje formal de las reglas gramaticales, es decir, al conocimiento metalingüístico, mientras que la memoria procedimental se encargaría de la aplicación automática de estas reglas gramaticales, es decir, la competencia lingüística implícita, más propia de un aprendizaje informal.

Ullman (2001) entra más en detalle y explica que los dos sistemas son independientes, evidente por el hecho de que están sustentados por diferentes estructuras cerebrales. El sistema de memoria declarativo, relacionado con la vía ventral visual, se sitúa en el lóbulo temporal mediano (que consolida nueva información para la memoria), especialmente en el hipocampo, con conexiones con las regiones neocorticales temporales y temporoparietales. Según el mismo autor, la memoria declarativa subyace al léxico mental, ya que almacena no solo hechos y situaciones, sino también los conocimientos lexicales, incluyendo el sonido y el significado de las palabras. El sistema de memoria procedimental se encarga, al contrario, del aprendizaje y control de habilidades motoras y cognitivas, y se asocia a regiones del córtex frontal, incluyendo el área de Broca, los ganglios basales, el córtex parietal (que funcionaría como depósito del aprendizaje de ciertas habilidades e información sobre la secuencia de acciones) y el cerebelo; cuanto a las vías visuales, se relaciona de preferencia con la vía visual dorsal. Su función está relacionada con el aprendizaje implícito y el uso de la gramática, en todas sus componentes (sintaxis, morfología y fonología); este sistema es muy importante para la construcción de estructuras gramaticales, es decir la combinación secuencial y jerárquica de formas lingüísticas almacenadas en la memoria.

En opinión de Paradis (2004), esta distinción puede resultar útil para la explicación de los distintos tipos de adquisición de segundas lenguas: para la primera lengua, el aprendizaje y uso de la gramática dependería de la memoria procedimental, como si fuera una competencia implícita, mientras que en el tipo prevalente de memoria empleada para la L2 influiría más la edad de adquisición de la misma. El aprendizaje de una segunda lengua en niños en contexto informal se asocia a la memoria procedimental, como la L1, mientras que la memoria declarativa subyace al aprendizaje formal en adultos. En especial, la gramática de la L2 aprendida tardíamente es muy dependiente del sistema de memoria declarativo, debido a que para el aprendizaje de una L2 es necesario memorizar reglas gramaticales y aplicarlas de forma consciente. La dependencia del sistema declarativo es inversamente proporcional a la competencia en la L2: cuanto menor es el nivel del hablante, más deberá recurrir a la memoria declarativa, ya que necesita un mayor procesamiento consciente y se apoya más en el conocimiento metalingüístico y en los aspectos pragmáticos del lenguaje. Al revés, si la L2 es

muy empleada en la vida cotidiana y se tiene un buen nivel, será procesada por mecanismos más automatizados.

Gómez-Ruiz (2008) se basa en esta hipótesis para explicar algunos casos de recuperación no paralela de afásicos bilingües. Lesiones producidas en estructuras temporales y temporoparietales del hemisferio izquierdo se asociarían a disturbios en la utilización de la L2, mientras que lesiones que dañen los circuitos frontobasales del hemisferio izquierdo afectarían especialmente las lenguas de las que se tiene mayor competencia y con mayor frecuencia de uso, la L1 y la L2, si se ha adquirido simultáneamente a la lengua madre. Siguiendo el modelo declarativo/procedimental de Paradis (2004) en su aplicación a los afásicos bilingües, se puede distinguir entre la recuperación espontánea de una lengua, que consistiría en la desinhibición de la memoria procedimental, y la producción verbal fruto del conocimiento metalingüístico, basada en la memoria declarativa.

La distinción entre memoria declarativa y procedimental en su aplicación al lenguaje es avalada también por casos de pacientes bilingües con enfermedades neurodegenerativas, como la Enfermedad de Parkinson o la de Alzheimer (Gómez-Ruiz, 2008). En ambas enfermedades los dos sistemas de memoria están disociados; en la primera, se ve afectada la memoria declarativa, mientras que en la enfermedad de Alzheimer es la memoria procedimental la más afectada. En el caso de pacientes bilingües con Alzheimer, la lengua mayormente debilitada es la segunda lengua, la menos automatizada, mientras que en enfermos de Parkinson la afectación es mayor para la primera lengua, la más dependiente de la memoria procedimental.

Memoria lexical y conceptual en el bilingüe

Uno de los aspectos centrales de la investigación sobre el cerebro bilingüe es la cuestión de la organización de la información lingüística a nivel lexical y conceptual, es decir, si los bilingües poseen solo uno o varios almacenes lingüísticos para el léxico de cada idioma, cuestión relacionada con la modalidad de acceso al léxico. Como explican Kroll y De Groot (1997), en un hablante normal se pueden distinguir dos niveles de significado: el primero abarca las especificaciones semánticas, que irán incluidas en la representación lexical; el otro representa la información conceptual, que comprende el conocimiento del mundo real. Numerosos estudios han intentado averiguar si los aspectos formales y conceptuales son independientes en los dos idiomas, o si comparten un sistema unitario. Según la hipótesis elaborada por Paradis (1990), existiría un doble almacén: uno para el significado de las palabras, que incluiría también la información fonológica y sintáctica, y otro conceptual. Los bilingües tendrían un almacén lexical para cada lengua y uno conceptual compartido.

Han sido realizados muchos estudios para examinar la organización de estos dos tipos de memoria en bilingües. En las investigaciones sobre bilingüismo realizadas desde los años 50 hasta los 80, la idea predominante era que existía un único almacén conceptual mental para el bilingüe, con distintas vías de acceso según la lengua. Se enmarcan en este punto de vista la "hipótesis de la asociación de palabras" (*Word Association Hypothesis*), elaborada por Kisner, Smith, Lockart, King y Jaim (1984) y la "hipótesis de la mediación por el concepto" (*Concept Mediation Hypothesis*) de Potter, So, von Eckart y Feldman (1984). Según estos modelos, existiría un sistema conceptual común y dos sistemas léxicos independientes; las diferencias afectan las relaciones entre los dos almacenes léxicos. De los modelos presentados, Soler

(1995) critica la reducción de las tareas lingüísticas de los experimentos al simple reconocimiento visual de palabras y la falta de profundización sobre las representaciones internas del hablante bilingüe. Una postura intermedia es la “hipótesis del desarrollo” (*Developmental Hypothesis*) de Chen (1992), según la cual existirían factores que podrían modificar la organización del léxico bilingüe, como la edad del sujeto o el nivel de conocimiento en la segunda lengua: los niños se servirían de una representación interna basada en imágenes y conceptos (mediación por concepto), mientras que los adultos vehicularían la L2 a través de su lengua madre (mediación por palabras). Esta hipótesis permite dar cuenta de algunas de las variaciones cognitivas que se realizan a medida de que va aumentando la competencia lingüística en la segunda lengua. Se han realizado numerosos estudios para verificar esta hipótesis, pero, como explican Kroll et al. (1997), en general los resultados convergen en la observación de una distinta implicación de los procesos lexicales y conceptuales en las tareas realizadas por bilingües con menor y con mayor competencia lingüística. Para explicar estas diferencias, las autoras proponen una revisión de estos modelos jerárquicos (Fig. 14), en la que se muestra que las conexiones entre memoria conceptual y L1 es más fuerte que la L2, que, a su vez, presenta vínculos más fuertes con la L1 que en sentido contrario.

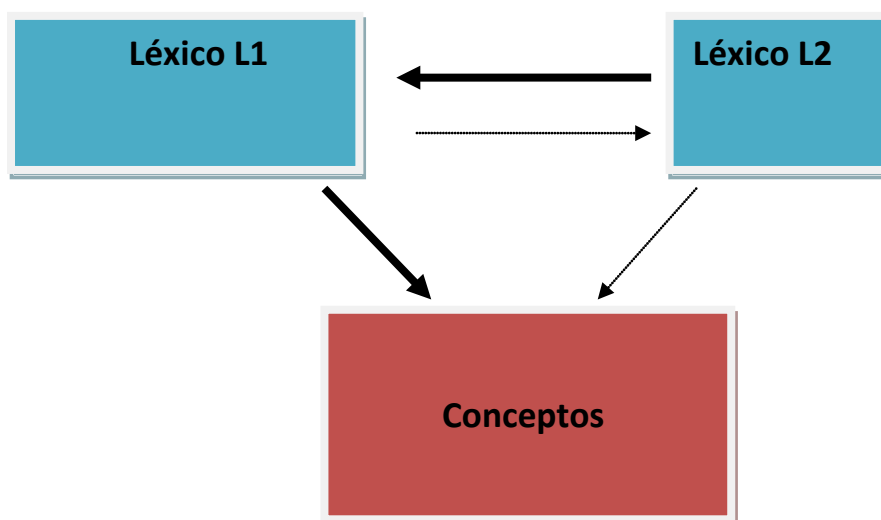


Fig. 14: Representación esquemática del modelo de memoria jerárquico revisado (Kroll et al., 1997)

En esta línea se sitúa también la “hipótesis del rasgo conceptual” (*Conceptual Feature Model*), elaborada por Kroll y de Groot (1997), según la cual las palabras de cada lengua activarían una serie de rasgos conceptuales; las diferencias conceptuales estarían motivadas por los diferentes contextos de aprendizaje y uso de las palabras en las dos lenguas. Específicamente, existiría una importante diferencia entre las palabras concretas y abstractas: las palabras concretas en la L2 serían recordadas mejor que las palabras abstractas en la L2, porque se basan en asociaciones más numerosas y similares a las de la L1³⁰.

Un ulterior paradigma desarrollado para explicar la organización de la memoria lexical y conceptual en el bilingüe es la “hipótesis de la asociación de palabras” (*Word Association*)

Theory), elaborada por Beauvillain (1992). Este modelo se basa en la idea de que la representación léxica en el bilingüe es independiente del hecho de ser bilingüe, debido a que el acceso al léxico dependería de principios ortográficos y asociativos: las representaciones mentales de las formas léxicas son específicas para cada lengua, pero su organización está regida por la morfología. Este modelo defiende que pueda existir una alta sensibilidad a las características ortográficas para el acceso al léxico: las palabras que tienen una misma morfología se almacenarían en una parte compartida de los dos léxicos. El modelo de Beauvillain (1992) muestra la progresiva tendencia de los modelos teóricos de representación del léxico bilingüe hacia la unificación de los dos almacenes léxicos.

En épocas más recientes, la investigación sobre la memoria bilingüe ha dado un vuelco y se han elaborado hipótesis basadas en modelos de redes neurales. El primer modelo realizado bajo este paradigma fue el defendido por Seidenberg y McClelland (1989), que diseñaron un modelo para el procesamiento del lenguaje, del que solo implementaron el nivel léxico, centrándose especialmente en algunos efectos particulares que se verifican con respecto a la interacción entre la representación fonológica y la ortográfica. El modelo se constituye de una entrada fonológica, una ortográfica y de una serie de unidades internas. En este modelo las entradas léxicas se representan como un patrón de activación de las unidades internas, que equivale a una representación mixta de la entrada ortográfica y la fonológica. Como defiende Soler (1995), los modelos conexionistas ofrecen una posibilidad distinta de representar las entradas léxicas usando una representación distribuida. El léxico no se compondría de una serie de representaciones de entradas léxicas, sino de nodos con información subléxica, que determinarían el patrón de activación. Según estos modelos, las entradas léxicas de dos idiomas se representarían en una misma entidad léxica y así las palabras compuestas por segmentos ortográficos similares tendrían un patrón de activación similar. Basándose en el modelo de Seidenberg y McClelland (1987), Soler (1995) elaboró el Modelo Bilingüe de Representaciones de Acceso (BAR), con la finalidad de adaptar estas hipótesis a una representación bilingüe (Fig. 15). Además de los nodos ortográfico, fonológico y de un conjunto de unidades internas, que constituyen el nivel de representación léxica, en este modelo se suma también un conjunto de unidades de entrada, las Unidades de Tarea, incluidas para evitar el efecto de la interferencia catastrófica³¹.

³¹ La interferencia catastrófica es un problema computacional que puede originarse en determinados algoritmos y redes neuronales. Consiste en un empeoramiento en el rendimiento del sistema, como consecuencia de la incorporación de nuevos ejemplos de aprendizaje.

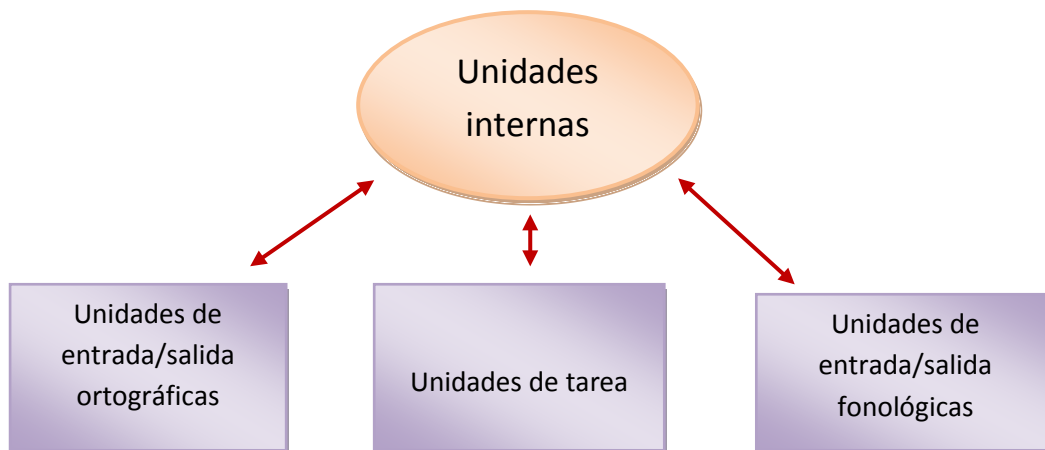


Fig. 15: Esquemización del Modelo Bilingüe para las Representaciones de Acceso (Soler, 1995)

El BAR es un marco teórico para la organización de la memoria léxica bilingüe, concebido para describir el aprendizaje de nuevas palabras durante la adquisición de la L2. El modelo incluye al mismo tiempo un léxico común y específico para las dos lenguas, organizado no mediante relaciones entre las entradas léxicas, sino por la estructura conexionista del propio modelo. En opinión de Soler (1995), según el resultado de las primeras simulaciones, el modelo ofrecería varias ventajas: una representación ortográfica y fonológica al mismo tiempo, una representación distribuida de las palabras, que permite evitar el problema del “crecimiento” excesivo del léxico, y la presencia de un único nivel léxico (no se ofrecen representaciones individuales para cada entrada léxica, sino simplemente nuevos nudos), que explicaría el efecto facilitador de las palabras similares en varias lenguas.

Modelos de producción del lenguaje en bilingües

La elaboración de un modelo de producción del lenguaje aplicable al bilingüe tiene que tener en cuenta aspectos específicos de este grupo, como la organización del léxico bilingüe o el fenómeno del intercambio de código, aspectos a considerar sobre todo en el caso de bilingües con una menor competencia en la segunda lengua. Esta categoría de hablantes posee normalmente un conocimiento incompleto de la L2, con unos recursos lexicales inferiores que en la L1, por lo que recurre a menudo a estrategias compensatorias o a evitar ciertas construcciones gramaticales o a producir oraciones erróneas desde el punto de vista gramatical; al mismo tiempo, la producción en la L2 suele ser más lenta y dudosa, con cambios a la lengua materna, además de la presencia de un acento extranjero. Han sido elaborados varios modelos de producción del lenguaje en bilingües, algunos de los cuales están resumidos en la Tabla 4.

Modelo de Green (1986)

Entre los modelos elaborados para explicar la producción del lenguaje en el bilingüe, se puede citar el modelo de Green (1986), que se basa en el modelo de producción del habla monolingüe de Dell (1986)³². Como hemos explicado anteriormente, Green (1986) defendía la idea de la existencia de dos almacenes lingüísticos separados, uno para cada lengua. La selección de una lengua u otra depende de la modalidad de activación del sistema, que puede

³² Cfr. cap. 2.7.4.

ser de tres tipos: seleccionado, activo o durmiente. Para que sea seleccionada, una determinada lengua tiene que alcanzar el correcto nivel de activación y, paralelamente, la otra tiene que ser inhibida. Para la realización de tareas que implican una activación de ambas lenguas, como en el caso de la traducción o del cambio de una lengua a otra, intervendría un mecanismo, que Green (1986) denomina “especificador” (*specifier*). El autor insiste también en la importancia de los recursos energéticos necesarios para regular o controlar la activación de cada lengua, aspecto que daría cuenta de las mayores dificultades en la producción de la segunda lengua en hablantes con menor competencia, para los que la activación de la L2, siendo poco automática, requeriría mayores recursos energéticos, por lo que sería menos eficaz. Sin embargo, Poulisse (1997) imputa al modelo cierta falta de explicación de cómo se realiza concretamente la codificación morfo-fonológica del habla bilingüe.

Modelo BIA (Bilingual Interactive Activation)

También se basa en la hipótesis de Dell (1986) el BIA (*Bilingual Interactive Activation*), defendido por Grainger y Dijkstra (1992), un modelo interactivo para el reconocimiento de palabras, con un claro enfoque conexionista. El BIA plantea un acceso no selectivo a las lenguas dentro de un léxico integrado. Según estos autores, existirían tres niveles de representación: nudos conteniendo letras, nudos de palabras y nudos de lenguaje. Cada nudo está conectado con otros, tanto dentro de cada nivel como entre distintos niveles. Según el ejemplo que encontramos en Poulisse (1997), la palabra *fire* activaría los siguientes nodos: inglés (lenguaje), *hire* (palabra similar), y los nodos de cada letra, es decir *f*, *i*, *r*, *e*. El nivel de las palabras contiene todo el léxico de las dos lenguas conocidas, pero cada palabra está conectada solo a las de la misma lengua: cuando el nodo de la lengua está activado, inhibiría el léxico de la otra lengua. El input visual activa los nodos para cada letra e inhibe los nodos de las letras que no están; a nivel de palabras, se activaría el nodo de las palabras de las dos lenguas conocidas que tengan las letras en la posición en la que aparecen en el input visual; cuando la palabra es reconocida, inhibe las otras palabras competidoras; después de procesar la palabra, se activa el nodo de la lengua, que desactiva las palabras de la otra lengua y activa las de la lengua en cuestión. El modelo ha sido revisado posteriormente, creando así el modelo BIA+ (Dijkstra & van Heuven, 2002), que añade la activación y la inhibición de las neuronas al procesar el input ortográfico, explicando así la influencia interlingüística de la semejanza ortográfica y semántica de las palabras. Según Poulisse (1997), este modelo explicaría solo parcialmente el lenguaje, ya que se limita al reconocimiento de palabras.

Modelos de De Bot (1992; 1993)

Los primeros modelos integrales para la descripción en su totalidad el proceso de producción del lenguaje del bilingüe se basaron en el modelo de producción del lenguaje elaborado por Levelt (1989)³³, adaptándolo al bilingüismo. Levelt formuló en 1989 un modelo para explicar la producción oral en el hablante monolingüe. Según este modelo existen varias componentes:

1. Conocimiento
2. Conceptualización

³³ Cfr. cap. 2.7.

3. Formulación. Los ítems lexicales son elegidos en primer lugar y sus características determinan la aplicación de reglas fonológicas y gramaticales. La selección lexical implica también información fonológica
4. Articulación
5. Sistema de comprensión del habla, conectado con el sistema auditivo

De Bot (1992) fue el primero en ofrecer un modelo de explicación completo de la producción del lenguaje por parte del bilingüe. Según de Bot (1992), para que el modelo de Levelt (1989) pueda adaptarse a un hablante bilingüe, las distintas componentes deberían tener unas características peculiares. Por lo que concierne a la componente de conocimiento y conceptualización, el conocimiento es único para las dos lenguas y es probablemente el lugar en el que se realiza la selección de la lengua. La conceptualización, por otro lado, depende de cada lengua. Podrían existir dos niveles de planificación: un primer nivel independiente de la lengua, y un segundo nivel posterior a cierta selección lingüística. En el caso de la formulación y del léxico, se debe suponer la existencia de un sistema separado por cada lengua para la gramática y los conocimientos morfo-fonológicos. De Bot (1992) considera varias opciones: podría existir o bien un formulador y un léxico distintos por cada lengua, pero no sería económico y no explicaría los casos de *code-switching* involuntarios; también podría darse un único sistema para las dos lenguas, que estarían “etiquetadas” de alguna forma, pero en este caso no se explicaría la separación entre idiomas que se realiza comúnmente en los bilingües. Las dos posibilidades no son excluyentes, y en la organización de los dos almacenes lingüísticos podrían influir factores como la competencia lingüística del hablante y la cercanía de los dos idiomas. Por otro lado, el léxico mental es el lugar en el que se almacena la información sobre las palabras de la lengua en un hablante y que contiene también datos sintácticos sobre el lema. La parte del lema que se encarga del significado no es compartida por los dos idiomas. También la información sintáctica y morfo-fonológica depende del idioma. De Bot (1992) se suma a la opinión de que podría verificarse un almacenamiento por separado o conjunto dependiendo de la similitud entre los dos idiomas. De las cuatro posibles opciones que, como hemos visto anteriormente, mencionaba Paradis (2004) para explicar el almacenamiento de dos lenguas en el cerebro, es la hipótesis del subconjunto (*Subset hypothesis*) la que mejor se adapta al modelo de Levelt.

La recuperación de los elementos lexicales puede ser activa o pasiva. En la primera, se “escanean” todos los elementos lexicales hasta que se encuentra el buscado: las palabras son ordenadas sobre la base de la frecuencia de uso o según los campos semánticos, pero se trata de un modelo poco económico. En la pasiva, los elementos lexicales tienen determinadas características, que pueden ser estimuladas hasta cierto nivel hasta activarse, presentándose como candidato. Ratificando una idea propuesta ya por Green (1986), de Bot (1992) describe los tres posibles niveles de activación de una lengua: seleccionada, activa y durmiente. Resumiendo, por lo que concierne a la formulación, de Bot (1992) es partidario de que pueda existir un almacén lingüístico común para la primera y la segunda lengua, con interconexiones entre elementos de la misma lengua, y la selección de la palabra se realiza entre una serie de candidatos, que emergen por activación de una lengua y de determinados tipos de rasgos de cada elemento. En este modelo la selección de la lengua no se realiza antes de hablar, sino que es parte de la producción oral de un bilingüe. Según Levelt (1989) los problemas de recuperación de elementos lexicales tienen lugar en fase de formulación: durante la

generación conceptual del mensaje no se tiene en cuenta la posibilidad de que uno o más elementos lingüísticos puedan no estar disponibles. Si en hablantes monolingües estos problemas son muy raros, en bilingües con menor competencia en la L2 es muy frecuente que pueda haber problemas de acceso al léxico. Falta todavía por averiguar, en opinión de Bot (1992), si existe un mecanismo capaz de alertar sobre la falta de ítems léxicos durante la formulación del mensaje o bien si el hablante se da cuenta tarde, una vez formulado el mensaje, lo que, inevitablemente, conllevaría retrasos en la producción de la secuencia. Este modelo ofrece también una explicación plausible al fenómeno de los intercambios de código: los cambios intencionales son el resultado de una elección a nivel conceptual, mientras que los cambios contextuales e involuntarios se originan a nivel de la codificación gramatical, sobre todo durante la selección del lema.

Cuanto a la codificación fonológica y la articulación, según Levelt (1989) la ejecución articuladora se basa en las sílabas. No existen sistemas silábicos separados en el bilingüe: la tendencia es a asimilar lo más posible las sílabas de la L2 a las de la L1 y solo las sílabas distintas serán almacenadas por separado. El hablante, tanto bilingüe como monolingüe, tiene un modelo de referencia de cómo las sílabas deberían ser pronunciadas; los bilingües con mayor competencia tienen un conocimiento más amplio de la articulación fonológica de la L2, lo que influirá en la calidad de su producción en la segunda lengua; los de menor competencia suelen asimilar en mayor medida su pronunciación a la de la lengua madre³⁴. La codificación fonológica incluye varios aspectos:

1. El significado de la entonación
2. Las funciones ilocutivas
3. Información sobre la estructura superficial, como el acento
4. Información sobre la estructura métrica de la oración
5. Información sobre los segmentos de la oración

Debido a las grandes diferencias prosódicas entre lenguas, se podría pensar que el generador prosódico sea específico para cada lengua, pero no es viable un modelo con un sistema dual, debido a su escasa economía: existe un único sistema compartido entre la L1 y la L2.

De Bot realizó junto a Schreuder (De Bot & Schreuder, 1993) una revisión del modelo, en la que añadió un ulterior componente al modelo de Levelt (1989), el verbalizador (*verbalizer*). Situado entre la conceptualización y la formulación, su función es la de convertir la estructura conceptual contenida en el mensaje preverbal en las representaciones semánticas de los lemas en el léxico. Completa la revisión del modelo la noción de valor de las entradas lingüísticas, que da una explicación a fenómenos como el intercambio voluntario de código o las interferencias

³⁴ Como explican Bialystok et al. (2009), la adquisición del sistema fonológico en bebés bilingües sigue las mismas pautas que en monolingües, con la diferencia de que los bilingües asimilan dos sistemas fonológicos distintos. Los bebés bilingües adquieren y desarrollan distinciones categoriales para el sistema fonético en las dos lenguas, y antes de los 14 meses de edad ya tienen desarrollados claramente los dos sistemas fonológicos. Se trata de la única excepción a la existencia de un único almacén fonológico para la L1 y la L2, en el que los sonidos de la segunda lengua son asimilados a la primera, que se verifica siempre que se aprenda una segunda lengua en edad no temprana.

de la L1 en hablantes bilingües con menor competencia. Según Poulisse (1997), uno de los problemas principales de estos modelos es el hecho de que el conceptualizador no tiene acceso al vocabulario mental, por lo que no sabría si el mensaje generado puede ser lexicalizado.

Modelo de Poulisse y Bongaerts (1994)

También basado en Levelt (1989) es el modelo propuesto por Poulisse y Bongaerts (1994). Según estos autores, la información conceptual y lingüística pasa directamente al formulador, sin suponer la existencia del verbalizador. Como el modelo precedente, la elección de la lengua se realiza a nivel del mensaje preverbal, pero, a diferencia de las propuestas anteriores, se activan solo las unidades lexicales coherentes por lengua y por significado, no todas las de la lengua, y se selecciona la que recibe mayor activación. Estos autores son también defensores de un léxico único, en el que las palabras de las dos lenguas se diferenciarían por la presencia de “etiquetas” identificativas. La activación de las palabras estaría influida por la frecuencia de uso, hecho que explicaría la mayor intrusión de palabras de la L1, normalmente la lengua de mayor uso, al hablar la L2, sobre todo cuando el nivel de competencia es menor. La selección de la lengua influiría también en la codificación morfológica y fonológica del mensaje. En este último punto, Poulisse y Bongaerts (1994) proponen la existencia también de un único almacén fonológico, conteniente los sonidos de la L1 y de la L2, que se distinguirían por medio de etiquetas, como en el almacén lexical.

MODELO	MODELO MONOLINGÜE DE REFERENCIA	ALMACÉN LÉXICO	SELECCIÓN DE LA LENGUA	FORMULACIÓN
Green (1986)	Dell (1986)	<ul style="list-style-type: none"> • Dos almacenes lingüísticos separados 	<ul style="list-style-type: none"> • Selección de la lengua por activación/inhibición 	
BIA Grainger y Dijkstra 1992 BIA+ Dijkstra y van Heuven (2002)	Modelos conexionistas	<ul style="list-style-type: none"> • Almacén único (nudos de palabras, nudos de letras, nudos de lenguaje) 	<ul style="list-style-type: none"> • Selección por activación/inhibición de los nudos 	
De Bot (1992)	Levelt (1989)	<ul style="list-style-type: none"> • Conocimiento único para las dos lenguas • Conceptualización dependiente de cada lengua • Verbalizador • Almacén separado o conjunto dependiendo de la cercanía de los dos idiomas (separado o integrado con etiquetas según la lengua) 	<ul style="list-style-type: none"> • Selección de la lengua por activación de determinados rasgos 	<ul style="list-style-type: none"> • Almacén fonológico único • Ejecución articulatoria basada en las sílabas • Generador prosódico único
Poullisse y Bongaerts (1994)	Levelt (1989)	<ul style="list-style-type: none"> • Conocimiento único para las dos lenguas • Conceptualización dependiente de cada lengua • Almacén lexical único (etiquetas según la lengua) 	<ul style="list-style-type: none"> • Selección de items por mayor activación de las unidades coherentes por lengua y significado (influida por la frecuencia de uso) 	<ul style="list-style-type: none"> • Almacén fonológico único (distinción por medio de etiquetas)

Tabla 4: Cuadro-resumen de los principales modelos de producción del lenguaje en bilingües

3.3.3 La convergencia entre la L1 y la L2

Como acabamos de ver en el modelo propuesto por de Brot (1992), en los bilingües existiría un único sistema de generación fonológica del lenguaje, hipótesis ratificada por el hecho de que la mayoría de los bilingües mantiene su acento y la prosodia de la L1 cuando se expresa en la segunda lengua. Las personas que aprenden la segunda lengua durante la infancia normalmente tienen una mayor competencia lingüística y una mejor pronunciación, fenómeno que podría explicarse por la existencia de un almacén fonológico más amplio, con una mayor variedad de sonidos, en comparación con el de un bilingüe que ha aprendido la L2 en edad adulta.

La prosodia y la articulación no son los únicos aspectos en los que la L2 converge con la L1 (Guerra, 2007). En un estudio reciente (Tan, Spinks, Feng, Siok, Perfetti, Xiong, et al., 2003) se plantea la posibilidad de que los sistemas neurales del procesamiento fonológico de la segunda lengua sean moldeados sobre los mismos mecanismos en la L1. Los dos experimentos fueron llevados a cabo con sujetos bilingües chino e inglés (y sujetos de control monolingües), lenguas que tienen un sistema de escritura totalmente distinto: el inglés tiene un sistema alfabético, cuya lectura se realiza por conversión grafema-fonema, es decir, sin considerar la información fonológica, mientras que los caracteres chinos se representan fonológicamente a partir del sistema silábico, sin una representación en segmentos como los fonemas y con una importante componente visual. Los resultados de la resonancia magnética funcional mostraron una diferencia importante en el procesamiento del lenguaje escrito por parte de los monolingües (inglés y chino), y una implicación de áreas cerebrales similares en la lectura en los dos idiomas en el grupo bilingüe; los autores concluían que los bilingües aplican el sistema de procesamiento fonológico de su L1 a la segunda lengua, por muy distinta que sea.

Por otro lado también Abutalebi et al. (2001) encontraron cierta convergencia neuronal para la lengua materna y la segunda lengua. A partir de estudios de RMf y sobre pacientes afásicos, los investigadores llegaron a la conclusión de que existen redes neuronales comunes que subyacen a la L1 y a la L2. La selección léxica y el control del lenguaje se realizan en estructuras corticales y subcorticales compartidas por los dos idiomas, que entran en competición para el control de la L2, hasta que un mecanismo inhibitorio consigue controlar estos fenómenos. Estas observaciones son coherentes con los modelos inhibitorios propuestos por Green (1986) y Paradis (2004), que hemos analizado anteriormente. En una revisión del artículo (Wei, 2005), se añaden también datos de investigaciones recientes sobre los substratos neuronales de la adquisición de una segunda lengua, que han permitido demostrar que el procesamiento gramatical de la L2 es adquirido y procesado por medio de los mismos mecanismos que subyacen al procesamiento de la gramática de la L1; eso no significa que no hayan diferencias en el procesamiento de las dos lenguas, pero éstas se limitan a los recursos adicionales que requiere el procesamiento de la L2, siempre bajo el mismo sistema neuronal.

3.3.4 La lectura bilingüe

En las últimas décadas se han realizado numerosos estudios para intentar definir un modelo explicativo del proceso de lectura en el monolingüe, que se podría esquematizar como en la Fig. 16³⁵.



Fig. 16. Esquemmatización del proceso de lectura en monolingües

Aunque este modelo es extensible también al bilingüe, Durgunoğlu (1997) explica algunos de los aspectos cognitivos que pueden influir en la lectura en la segunda lengua. En primer lugar, para la comprensión lectora (y también oral), es necesario cierto conocimiento de la sintaxis de la L2. Las teorías del lenguaje de ascendencia generativista (Chomsky, 1957), se basaban en la idea de que pudiera existir una Gramática Universal, subyacente a todas las lenguas, y defendían la idea de que la adquisición de la segunda lengua consistiría en la generación de nuevos valores para los parámetros universales: primero se interpretaría la L2 a través de los parámetros de la L1, hasta que, con la experiencia, se definirían nuevos valores para la segunda lengua. El modelo de competición (*Competition Model*) de McWhinney y Bates (1989) superó esta visión, poniendo mayor énfasis en las señales que en cada lengua son más importantes para asignar un papel sintáctico a las palabras. Cuando un bilingüe está intentando entender el significado de una oración, dos tipos de señales, las de la L1 y las de la L2, compiten para asignar funciones sintácticas a las palabras.

³⁵ Cfr. cap. 2.4.4.

Además de las funciones sintácticas, la conciencia metalingüística es otro factor importante a tener en consideración, ya que requiere una atención a las características estructurales de cada lengua; este enfoque analítico sobre el lenguaje es muy importante, sobre todo para la alfabetización de los niños. Otra conciencia que también es muy importante para los más jóvenes e influye en el proceso de lectura, es la fonológica, es decir, la capacidad de escuchar los segmentos de las palabras de una lengua, como fonemas y sílabas.

Como recuerda Durgunoğlu (1997), el vocabulario es otro aspecto fundamental para el lector en una segunda lengua; por ejemplo, la capacidad para reconocer palabras cognadas, puede ser un recurso importante para facilitar la comprensión lectora en una segunda lengua. Asimismo, el conocimiento de la estructura morfológica de la L2 puede ayudar al desarrollo del vocabulario. Los conocimientos léxicos se desarrollan sobre todo a partir de la experiencia, por lo que el tipo de exposición a la L2 es un factor importante para el vocabulario. En este sentido, la adquisición informal de la segunda lengua por un niño y el aprendizaje formal en una escuela del adulto no son experiencias comparables en términos de construcción del vocabulario, que será mucho más amplio y aprendido más fácilmente (por su relación directa con el contexto) en el niño bilingüe. Las diferencias estructurales entre lenguas, finalmente, también pueden ser un elemento de peso en la construcción del vocabulario.

Otra variable importante que influye en la lectura en la L2 es la misma alfabetización: escasas habilidades lectoras en la L1 indudablemente tendrán un efecto negativo en la lectura en la lengua extranjera. El lenguaje escrito, como explica Durgunoğlu (1997), está descontextualizado y carece del *feedback* inmediato de la comunicación oral, por lo que son necesarias ciertas habilidades específicas para una correcta comprensión de la palabra escrita, como estrategias de generación del sentido (crear una representación del texto, imaginar lo que viene después y estar familiarizado con el género textual) y de negociación con el texto. Estudios realizados en estos campos con bilingües han demostrado que las habilidades lectoras de la L1 se transfieren a la L2, lo que indica que estos tipos de estrategias, una vez aprendidas, pueden ser aplicadas a varios sistemas lingüísticos. Este aspecto se relaciona también con el tema de la elaboración de programas educativos bilingües y con la cuestión, permanentemente debatida, de si es necesario tener una determinada competencia académica en la L1 antes de introducir una enseñanza formal en la L2³⁶.

Finalmente, la comprensión lectora del bilingüe está indudablemente influenciada también por el conocimiento del contexto cultural de la L2. La interacción entre lector y escritor, en el caso en que el lector pertenezca a otra cultura y sea nativo de otra lengua, no es tan fluida como cuando pertenecen al mismo contexto cultural. A las dificultades propias de la lectura en otro idioma, se suma también la necesidad de realizar inferencias, para poder comprender correctamente el texto. De hecho, el conocimiento previo del tema del texto es un aspecto importante también en la lectura monolingüe.

³⁶ Cfr. cap. 1.4.3.

CONCLUSIONES

El objetivo general de este trabajo ha sido el de realizar una revisión de estudios sobre el funcionamiento del cerebro de personas bilingües. Tras haber intentado definir el concepto de bilingüismo, entre cuyas múltiples definiciones hemos adoptado la expresada por Grosjean (1999), el trabajo ha enfocado el estudio del fenómeno desde un punto de vista individual, psicolingüístico y neurolingüístico. Se ha intentado también justificar el origen del creciente interés de la comunidad científica por un estudio del cerebro bilingüe desde esta perspectiva psicolingüística y cognitiva.

Antes de abordar el estudio de las relaciones entre lenguaje y cerebro en hablantes de dos idiomas, ha sido necesario describir el funcionamiento del lenguaje en el cerebro de monolingües. A tal fin, se ha realizado una breve descripción de los aspectos anatómicos, neurológicos y cognitivos implicados en las funciones lingüísticas en el cerebro humano. Se ha hecho especial hincapié en la definición de las principales patologías del lenguaje, ya que se trata de una de las principales perspectivas desde las que se ha abordado el estudio del cerebro bilingüe, antes de la difusión de las modernas técnicas de neuroimagen funcional.

El trabajo, posteriormente, se ha adentrado en el tema específico del funcionamiento del cerebro de las personas bilingües. La perspectiva adoptada ha sido también la de realizar una revisión de los principales estudios sobre el tema, publicados desde finales del siglo XIX hasta fechas recientes.

Este recorrido por la investigación sobre el cerebro bilingüe ha sido organizado mediante un criterio temático. En primer lugar, se ha identificado el origen de los estudios científicos sobre el cerebro bilingüe, que empezaron en la segunda mitad del siglo XIX, tras la observación de los diferentes patrones de recuperación que mostraban los afásicos bilingües. Las diversas modalidades en las que estos pacientes recobran sus facultades lingüísticas han sido y siguen siendo desde entonces unos de los ámbitos para el estudio experimental de la organización cerebral en las personas bilingües. Otro método muy empleado en las últimas décadas, y que también está ofreciendo resultados importantes, sobre todo por su posibilidad de aplicación a la observación de personas sanas, son las técnicas de neuroimagen. Investigaciones realizadas con ambos métodos han intentado indagar si las dos o más lenguas de un bilingüe comparten áreas cerebrales o circuitos neuronales, o si la información relativa a los dos idiomas se organiza por separado. En este ámbito, el denominado “modelo de control inhibitorio” de Paradis (2004) ofrece una hipótesis teórica convincente de cómo podrían estar organizadas las lenguas en el cerebro; se trata de un modelo coherente con la variedad de hallazgos obtenidos mediante las técnicas de neuroimagen, con todos los diferentes patrones de recuperación de pacientes afásicos y en línea también con los modernos enfoques conexionistas, por su insistencia en la modularidad como característica fundamental del sistema lingüístico.

El trabajo dedica una amplia sección también a la lateralización del lenguaje en los bilingües, es decir, la posible implicación de los dos hemisferios cerebrales en las funciones lingüísticas. Se trata de una cuestión levantada por los resultados de estudios realizados con las técnicas de neuroimagen, que parecen indicar una mayor implicación del hemisferio derecho en los

bilingües con respecto a la población monolingüe. La variedad de resultados obtenidos y las limitaciones técnicas propias de estas pruebas, junto a los datos de la población patológica, han hecho de la lateralización una de las cuestiones más debatidas en el ámbito de estudio del cerebro bilingües. Nuevamente, creemos que la opinión de Paradis (1998) es la más probable, ya que niega que el hemisferio derecho juegue un papel adicional en los bilingües, imputando su aparente mayor implicación en el lenguaje al aumento de las inferencias pragmáticas que realizan los bilingües al hablar una segunda lengua, debido a su menor nivel de competencia.

El trabajo ha abordado también algunos aspectos relacionados con los correlatos cognitivos y neurológicos de la organización cerebral del lenguaje en bilingües. Tras una descripción de los mecanismos neuronales implicados en la determinación de la lengua en uso, el trabajo abandona las cuestiones anatómicas, centrándose en aspectos cognitivos, como la descripción de la implicación de los diferentes tipos de memoria en la mente de un bilingüe y la cuestión de la organización de la memoria lexical, es decir, las modalidades de almacenamiento de la información lingüística. Muy relacionada con este aspecto es la producción del lenguaje en bilingües, de la que se han presentado algunos modelos, tomando en consideración tanto enfoques cognitivistas como conexionistas. Se ha hecho especial hincapié en la adaptación que De Bot (1992) hace del modelo de producción del habla de Levelt (1989); aunque se mueva en el ámbito puramente teórico, nos parece que las reflexiones de De Bot (1992) tomen en consideración todos los posibles problemas que puede tener la adaptación del modelo monolingüe a un hablante de dos o más idiomas. Otro fenómeno típico del lenguaje en bilingües, al que se ha dedicado un apartado, es la convergencia entre los dos idiomas; según los estudios revisados, el bilingüe organizaría la información gramatical, fonológica y sintáctica sobre la base de la organización de la primera lengua, siempre que ésta no sea aprendida paralelamente a la L2 durante la infancia. Finalmente, el trabajo dedica un breve apartado a la lectura bilingüe, cuyo funcionamiento es muy similar a la de un monolingüe; se identifican, específicamente, las principales variables que pueden influir en el proceso de lectura en personas bilingües.

El trabajo que hemos realizado no ha sido exento de dificultades. En primer lugar, ha sido necesario abordar la cuestión desde disciplinas diferentes, lo que ha implicado la necesidad de adentrarse en ámbitos distintos a los de nuestra especialización, como la anatomía, las neurociencias y la psicología cognitiva; aun hablando de lenguaje, tal vez ha sido difícil mantener una perspectiva de lingüista en la elaboración de este trabajo. Ventaja y dificultad al mismo tiempo ha sido la amplia bibliografía encontrada sobre el tema, cuyo análisis y elección han resultado bastante complejo. Se ha intentado, en este sentido, elegir los trabajos más influyentes, manteniendo la coherencia del discurso y evitando desviar la atención hacia ámbitos que, aun estando relacionados, superaban los límites de este trabajo. Siguiendo este criterio, no hemos insistido mucho en los atractivos modernos enfoques conexionistas, ya que se alejaban de las perspectivas neurocognitiva y clínica, que mayormente se han considerado en este trabajo. Estamos convencidos, sin embargo, que la aplicación de la inteligencia artificial al estudio del cerebro bilingüe puede ofrecer resultados interesantes.

Aunque el punto de vista lingüístico no sea el prevalente en este trabajo, hemos detectado algunos aspectos del estudio del cerebro bilingüe, que se podrían beneficiar de una investigación realizada conjuntamente desde una perspectiva lingüística y neurológica. En

general, tras la revisión de los numerosos estudios realizados, creemos que la cooperación entre lingüistas y neurólogos o neuropsicólogos puede ser muy beneficiosa, ya que personas con una formación lingüística pueden contribuir a mejorar el diseño y definición de las tareas lingüísticas a realizar en ámbito experimental. Más concretamente, creemos que personas con formación lingüística y filológica podrían dar aportaciones muy importantes al estudio neurolingüístico del bilingüismo en dos ámbitos, muy relacionados entre sí: la enseñanza y aprendizaje de idiomas, y el estudio de las interferencias lingüísticas. Por un lado, se podrían realizar estudios en los que converjan el estudio del aprendizaje de lenguas extranjeras y la reflexión sobre las características de la organización cerebral del funcionamiento de dos lenguas; el punto de vista del lingüista, del filólogo o, mejor aún, del docente de lenguas extranjera, puede aportar interesantes observaciones relativas a los errores recurrentes o a las dificultades del aprendiz de una lengua extranjera, que pueden funcionar como indicios de la posible organización cerebral; por otra parte, la correlación entre observación del alumnado e investigación neurolingüística podría incluso desembocar en la elaboración de materiales didácticos para la enseñanza de idiomas. Cuanto al estudio de los mecanismos de interferencia lingüística, creemos que es otro ámbito de investigación sobre el cerebro bilingüe que puede beneficiarse de enfoques más claramente lingüísticos; otra vez, los puntos de vista desde los que realizar el análisis podrían ser la simple observación en el aula de idiomas o experimentos realizados sobre aprendices de una segunda lengua o inmigrantes. Al igual que el estudio de las patologías del lenguaje, la identificación de los mecanismos de intercambio de código lingüístico puede ofrecer importantes respuestas a las cuestiones todavía abiertas en relación con la organización cerebral de los bilingües.

BIBLIOGRAFÍA

Abutalebi, J., Cappa, S.F. & Perani, D. (2001). The bilingual brain through functional neuroimaging. *Bilingualism: Language and Cognition*, 4, 179-190.

Acalculia (n.d.). Recuperado el 5 de noviembre de 2011, de <http://www.uninet.edu/neurocon/congreso-1/conferencias/neuropsicologia-2-1.html>

Agrafía (n.d.). Recuperado el 5 de noviembre de 2011, de <http://www.espaciologopedico.com/recursos/glosariodet.php?Id=83>

Agnosia de los dedos (n.d.). Recuperado el 5 de noviembre de 2011, de http://www.lubrano.com/cgi-bin/glosario/mostrar_contenido.cgi?codigo=46&termino=agnosia%20de%20los%20dedos

Ahlsén, E. (2006). *Introducción to Neurolinguistics*. Philadelphia: John Benjamins.

Alarcón, L.J. (1998). El fenómeno del bilingüismo y sus implicaciones en el desarrollo cognitivo del individuo. *Colección Pedagógica Universitaria*, 29.

Albanèse, J.F. (1985). Language lateralization in English–French bilinguals. *Brain and Language*, 24, 284–296.

Albert, M.L. & Obler, L.K. (1978). *The bilingual brain. Neuropsychological and neurolinguistics aspects of bilingualism*. New York: Academic Press.

Arsenian, S. (1937). Bilingualism and mental development. *Teacher's College Contributions to Education*, 72.

Baker, C. (1997). *Fundamentos de educación bilingüe*. Madrid: Cátedra.

Balkan., L. (1979). *Los efectos del bilingüismo en las aptitudes intelectuales*. Madrid: Marova.

Beauvillain, C. (1992). Orthographic and lexical constraints in bilingual word recognition. In R.J. Harris (Ed.), *Cognitive Processing in Bilinguals* (pp. 221-236). Amsterdam: North Holland.

Bialystok, E. (1987). Influences of bilingualism on metalinguistic development. *Second Language Research*, 3, 154-166.

Bialystok, E., Craik, F.I.M, Green, D.W. & Golland, T.H. (2009). Bilingual minds. *Psychological Science in the Public Interest*, 10(3), 89-129.

Bloomfield, L. (1933). *Language*. Nueva York: Holt, Rinehard and Winston.

Bock, K., and Levelt, W.J.M. (1994). Language production. Grammatical encoding. In M.A. Gernsbacher (Ed.), *Handbook of psycholinguistics* (pp. 741-779). New York: Academic Press.

- Brooks, N. (1960). *Language and language learning. Theory and practice*. Nueva York y Burlingame: Harcourt.
- Bryden, M.P., Hécaen, H. & De Agostini, M. (1983). Patterns of cerebral organization. *Brain and Language*, 20, 249-262.
- Caplan, D. (1992). *Introducción a la neurolingüística y al estudio de los trastornos del lenguaje*. Madrid: Visor.
- Cerdeña, S., Junco, J.I., Miskes, S. & Torres, C. (en prensa). *Predecibilidad y acceso léxico en tareas de seguimiento*. Recuperado el 11 de agosto de 2011, de la página web de la Universidad de la Laguna:
<http://medina-psicologia.ugr.es/perfiles/artefact/file/download.php?file=1053&view=53>.
- Chantraine, Y., Joannette, Y. & Cardebat, D. (1998). Impairments of discourse-level representations and processes. In B. Stemmer & H. Whitaker (Eds.), *Handbook of Neurolinguistics* (pp. 262-274). New York: Academic Press.
- Chee, M.W.L., Tan, E.W.L. & Thiel, T. (1999). Mandarin and English single word processing studies with functional resonance imaging. *The Journal of Neuroscience*, 19, 3050-3056.
- Chen, H.C. (1992). Lexical processing in a non-native: effects of language processing and learning strategy. *Memory and Cognition*, 18(3), 279-288.
- Chomsky (1968). *Language and mind*. Nueva York: Harcourt, Brace & World.
- Chomsky (1957). *Syntactic Structures*. La Haya: Mouton.
- Collins, A.M. & Loftus, E.F. (1975). A spreading-activation theory of semantic processing. *Psychological Review*, 82, 407-428.
- Crosby, R., Prescod, R. (en prensa). *Effects of bilingualism on cognitive abilities*.
- Crosson, B. & Nadeau, S.E. (1998). Subcortical structures in language. In B. Stemmer & H. Whitaker (Eds.), *Handbook of Neurolinguistics* (pp. 431-445). New York: Academic Press.
- Crystal, D. (1987). *The Cambridge Encyclopedia of Language*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Cummins, J. (1976). The Influence of Bilingualism on Cognitive Growth: A Synthesis of Research Findings and Explanatory Hypotheses. *Working Papers on Bilingualism*, 9. Toronto: Ontario Institute For Studies in Education.
- Darcy, N.T. (1946). The effect of bilingualism upon the measurement of the intelligence of children of preschool age. *Journal of Education Psychology*, 37, 21-44.
- Darcy, N.T. (1953). The performance of bilingual Puerto Rican children on verbal and on non-language tests of intelligence. *Journal of Educational Research*, 45, 499-506.

De Bot, K. & Schreuder, R. (1993). Word production and the bilingual lexicon. In R. Schreuder & B. Weltens (Eds.), *The Bilingual Lexicon* (pp. 191-214). Amsterdam: John Benjamins.

De Bot, K. (1992). A bilingual production model: Levelt's 'speaking' model adapted. *Applied Linguistics*, 13, 1-24.

Dell, G.S. (1986). A spreading-activation theory of retrieval in sentence production. *Psychological Review*, 93, 283-321.

Dennis, M. & Kohn, B. (1975). Language acquisition in a single hemisphere: semantic organization. In D. Caplan (Ed.), *Biological Studies of Mental Processes*. Cambridge, Mass and London: MIT Press.

Diccionario de sinónimos y antónimos (2006). Madrid: Espasa Calpe.

Diebold, A. R. (1964). Incipient bilingualism. In Hymes, D. (Ed.), *Language in Culture and Society* (pp. 495-511). Nueva York: Harper and Row.

Dijkstra, T., & van Heuven, W.J.B. (2002). The architecture of the bilingual word recognition system: From identification to decision. *Bilingualism: Language and Cognition*, 5, 175-197.

Disartria (n.d.). Recuperado el 5 de noviembre de 2011, de <http://www.espaciologopedico.com/recursos/glosariodet.php?Id=192>

Durgunoğlu, A.Y. (1997). Bilingual reading: its components, development and other issues. In A. de Groot & J.F. Kroll (Eds.), *Tutorials in Bilingualism* (pp. 254-276). Mahwah, Lawrence Erlbaum Associates.

Ekiert, M. (2003). The Bilingual brain. *Working papers in TESOL Applied Linguistics*, 3(2).

Ertl, J. & Schafer, E. (1969). Brain response correlates of psychometric intelligence. *Natura*, 223, 421-422.

Evans, J., Workman, L., Mayer, P. & Crowley, P. (2002). Differential bilingual laterality: mythical monster found in Wales. *Brain and Language*, 83, 291-299.

Fabbro, F. (1999). *The neurolinguistics of bilingualism: an introduction*. Hove: Psychology Press.

Fabbro, F. (2001a). The Bilingual Brain. Cerebral Representation of Languages. *Brain and Language*, 79, 211-222.

Fabbro, F. (2001b). The Bilingual Brain. Bilingual Aphasia. *Brain and Language*, 79, 201-220.

Fishman, J. (1972). *Sociología del lenguaje*. Madrid: Cátedra.

Forster, K. (1976). Accessing the mental lexicon. In Walkes, T., Walker, E. (Eds.), *New approaches to language mechanisms* (pp. 139-174). Amsterdam: North Holland.

Frederiksen, C.H., Bracewell, R.J., Breuleux, A. & Renaud, A. (1990). The cognitive representation and processing of discourse: Function and dysfunction. In Y. Joannette & H.H.

Brownell (Eds.), *Discourse ability and brain damage: Theoretical and empirical explanations* (pp. 69-110). New York: Springer Verlag.

Freud, S. (1891). *La afasia*. Buenos Aires: Nueva Visión. Traducción castellana de Ramón Alcaide, 1973.

Galloway, L. & Krashen, S. (1980). Cerebral organization in bilingualism and second language. In R. Scarcella & S. Krashen (Eds.), *Research in Second Language Acquisition* (pp. 74-80). Bowley, MA: Newbury House.

Gandour, J.T. (1998). Phonetics and Phonology. In B. Stemmer & H. Whitaker (Eds.), *Handbook of Neurolinguistics* (pp. 208-219). New York: Academic Press.

García Martínez, A. (2004). Racismo, inmigración y multiculturalidad. *Daimon, Revista de Filosofía*, 31, 89-114.

Gardner, H., Brownell, H., Wapner, W. & Michelow, D. (1983). Right-left asymmetries in the brain. *Science*, 199, 852-856.

Garrett, M.F. (1975). Syntactic process in sentence production. In G. Bower (Ed.), *Psychology of learning and motivation: Advances in research and theory* (pp. 133-177). New York: Academic Press.

Garrett, M.F. (1982). Production of speech. Observations from normal and pathological language use. In A. Ellis (Ed.), *Normality and Pathology in Cognitive Functions* (pp.19-76). London: Academic Press.

Gerringer, R.J. & Zimbardo, P.G. (2005). *Psicología y vida*. México: Prentice Hall.

Geschwind, N. (2009). Problems in the anatomical understanding of aphasias. In A. Benton (Ed.), *Brain and Behavior: Research in Clinical Neuropsychology* (pp. 107-128). Chicago: Aldine.

Goldstein, K. (1984). *Language and Language Disturbances*. Nueva York: Grune&Stratton.

Gómez-Ruiz, M.I. (2008). *Aplicabilidad del test de la afasia para bilingües de Michel Paradis a la población catalano/castellano parlante*. Tesis doctoral no publicada, Universitat de Barcelona.

Gómez-Ruiz, M.I. (2010). Bilingüismo y cerebro: mito y realidad. *Neurología*, 25(7), 443-452.

Goodenough, F.L. (1926). Racial differences in intelligence of school children. *Journal of Experimental Psychology*, 9, 388-397.

Goodglass, H. (1993). *Understanding aphasia*. San Diego: Academic Press.

Grainger, J. & Dijkstra, T. (1992). On the representation and use of language information in bilinguals. In R.J. Harris (Ed.), *Cognitive processing in bilinguals* (pp. 207-220). Amsterdam: Elsevier.

Green, D.W. (1986). Control, activation and resource. *Brain and Language*, 27, 210-223.

- Grice, H.P. (1975). Logic and conversation. In Cole P. & J. L. Morgan (Eds.), *Syntax and semantics 3: Speech acts* (pp. 41-58). New York: Academic Press.
- Grodzinsky, Y. (1984). The syntactic characterization of agrammatism. *Cognition*, 16, 99-120.
- Grosjean, F. (1999). Bilingualism, Individual. In B. Spolsky & R.E. Asher (Eds.), *Concise Encyclopedia of Educational Linguistics* (pp. 284-290). New York: Elsevier.
- Guerra, E.E. (2007). Bilingüismo: hallazgos y repercusiones metodológicas en neurociencias. *Revista Chilena de Neuropsicología*, 2, 44-55.
- Hagège, C. (2002). *No a la muerte de las lenguas*. Barcelona: Paidós.
- Hakuta, K. (1990). Bilingualism and bilingual education: a research perspective. *FOCUS: Occasional Papers in Bilingual Education*, 1, 1-10.
- Hammers, J. & Blanc, M.H. (1989). *Bilinguality and Bilingualism*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Hart, J., Berndt, R.S. & Caramazza, A. (1985). Category-specific naming deficit following cerebral infarction. *Nature*, 316, 439-440.
- Hart, J. & Gordon, B. (1992). Neural subsystems for object knowledge. *Nature*, 359, 60-64.
- Hasegawa, M., Carpenter, P.A., Just, M.A. (2002). An fMRI Study of Bilingual Sentence Comprehension and Workload. *Neuroimage*, 15, 647-660.
- Haugen, E. (1953). *The Norwegian Language in American: A Study in Bilingual Behavior*. Philadelphia: University of Pennsylvania Press.
- Haight, B.F. (1931). The language difficulty of Spanish-American. *Journal of Applied Psychology*, 15, 92-95.
- Hebb, D.O. (1949). The organization of behaviour. A neuropsychological theory. *Neuroscience*, 3, 157-200.
- Hécan, H., Mazars, G., Ramier, A., Goldblum, M.G. & Mérienne, L. (1971). Aphasie croisée chez un sujet droitier bilingüe. *Revue Neurologique*, 124, 319-323.
- Hernández, A.E., Martínez, A. & Kohnert, K. (2000). In search of the language switch: An fMRI study of picture naming in Spanish-English bilinguals. *Brain and Language*, 73, 421-431.
- Hernández, M., Costa, A., Sebastián-Gallés, N., Juncadella, M. & Reñé, R. (2007). The organization of nouns and verbs in bilingual speaker: A case of bilingual grammatical category-specific deficit. *Journal of Neurolinguistics*, 20, 285-305.
- Hill, H.S. (1936). The effects of bilingualism on the measured intelligence of elementary school children of Italian parentage. *Journal of Experimental Education*, 5, 75-79.

Hipótesis del período crítico (n.d.). Recuperado el 21 de agosto de 2011, de http://cvc.cervantes.es/ensenanza/biblioteca_ele/diccio_ele/diccionario/hipotesisperiodocritico.htm.

Hull, R. & Vaid, J. (2007). Bilingual language lateralization: a meta-analytic tale of two hemispheres. *Neuropsychologia*, *45*, 1987-2008.

Illes, J., Francis, W.S., Desmond, J.E., Gabrieli, J.D.E., Glover, G.H. et al. (1999). Convergent cortical representation of semantic processing in bilinguals. *Brain and Language*, *70*, 347-363.

Jarema, G. (1998). The breakdown of morphology in aphasia: a cross-language perspective. In B. Stemmer & H. Whitaker (Eds.), *Handbook of Neurolinguistics* (pp. 221-234). New York: Academic Press.

Joanette, Y., Goulet, P., Ska, B. & Nesoulous, J.L. (1984). Production of narrative discourse in right brain-damaged right-handers. Manuscrito presentado al BABBLE (Body for the Advancement of Braun, Behaviour and Language Enterprises). Niagara Falls.

Joanette, Y., Lecours, A.R., Lepage, Y. & Lamoureux, M. (1983). Language in right-handers with right-hemisphere lesions: a preliminary study including anatomical, genetic and social factors. *Brain and Language*, *20*, 217-248.

Kim, K.H.S., Relkin, N.R., Lee, K. M. & Hirsch, J. (1997). Distinct cortical areas associated with native and second languages. *Nature*, *388*, 171-174.

Kintsch, W. & Van Dijk, T.A. (1978). Toward a model of text comprehension and production *Psychological Review*, *85*, 363-394.

Kirshner, H.S. (2010). Trastornos del lenguaje y de la articulación/habla. In W. Bradley, R. Daroff, G.M. Fenichel, & J. Jankovic, J. (Eds.), *Neurología clínica: diagnóstico y tratamiento* (pp. 145-168). Madrid: Elsevier.

Kisner, K., Smith, M.C., Lockart, R.S., King, M.L. & Jaim, M. (1984). The Bilingual Lexicon: Language-Specific Units in an Integrated Network. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, *23*, 519, 539.

Klein, D., Milner, B., Zatorre, R.J., Zhao, V. & Nikelski, J. (1999). Cerebral organization in bilinguals: A PET study of Chinese-English verb generation. *NeuroReport*, *10*, 2841-2846.

Klein, D., Zatorre, R.J., Milner, B. Meyer, E. & Evans, A.C. (1995). The neural substrates of bilingual language processing: Evidence from positron emission tomography. In M. Paradis (Ed.), *Aspects of bilingual aphasia* (pp. 23-36). Oxford, UK: Pergamon Press.

Kroll, J.F. & de Groot, A. (1997). Lexical and Conceptual Memory in Bilinguals. Mapping from two languages. In A. de Groot & J.F. Kroll (Eds.), *Tutorials in Bilingualism* (pp. 331-364). Mahwah: Lawrence Erlbaum Associates.

Lambert, W.E. (1981). Algunas consecuencias cognitivas y socioculturales de ser bilingüe. *Estudios de Psicología*, *8*, 82-97.

- Lenneberg, E. H. (1967). *Biological foundations of language*. New York: Wiley.
- Levelt, W.J.M. (1989). *Speaking: From intention to articulation*. Cambridge, MA: Bradford Books/MIT press.
- Lieberman, P. (2000). *Human language and our reptilian brain. The subcortical bases of speech, syntax and thought*. Cambridge: Harvard University Press.
- López, A. (1980). *Para una gramática liminar*. Madrid: Cátedra.
- López, A. (1989). *Fundamentos de lingüística perceptiva*. Madrid: Gredos.
- López, A. (2007). *The neural basis of language*. München: Lincom Europa.
- López, A. (2011). Sobre la adecuación neurológica de los esquemas sintáctico-semánticos. *Lorenzo Hervás. Documentos de trabajo de lingüística teórica y general*, 20, 5-29.
- López-Muñoz, F., Alamo, C. & García-García, P. (2010). La neurofisiología cartesiana: entre los “spiritus animalis” y el “conarium”. *Archivos de neurociencias (México)*, 15(3), 179-193.
- Luria, A.R. (1947). *Traumatic aphasia*. La Haya: Mouton.
- Macnamara, J. (1967). The bilingual’s linguistic performance: a psychological overview. *Journal of Social Issues*, 23, 58-77.
- Maestú, F., Martín, P., Franch, O. & Gil-Nagel, A. (1998). La evaluación neuropsicológica en la cirugía de la epilepsia. *Primer Congreso Virtual Iberoamericano de Neurología*. Recuperado el 3 de agosto de 2011, de <http://neurologia.rediris.es/congreso-1/conferencias/neuropsicologia-1-5.html>.
- Mägiste, E. (1992). Second language learning in elementary and high school students. *European Journal of Cognitive Psychology*, 4, 355–365.
- Marie, P. (1906). Révision de la question de l’aphasie: la troisième circonvolution frontale gauche ne joue aucun rôle spécial dans la fonction du langage. *Semaine Médicale (Paris)*, 26: 241-247.
- Marslen-Wilson, W. & Tyler, L. (1980). The temporal structure of spoken language understanding. *Cognition*, 8, 1-71.
- McGlone, J. (1978). Sex differences in the cerebral organization of verbal functions in patients with unilateral brain lesions. *Brain*, 100, 775-793.
- McLaughlin, B. (1984). *Second language acquisition in childhood: Vol. 1. Preschool children*. Hillsdale: Erlbaum.
- McWhinney, B. & Bates, E. (Eds), (1989). *The cross-linguistic study of sentence processing*. Cambridge, UK: Cambridge University Press.

- Minagawa-Kawai, Y., Cristià, A. & Dupoux, E. (2011). Cerebral lateralization and early speech acquisition: A developmental scenario. *Developmental Cognitive Neuroscience*. Recuperado el 6 de noviembre 2011, de http://www.lscp.net/persons/dupoux/papers/Minagawa_CD_2011_Early_cerebral_lateralization.CognitiveDevelNeuro.pdf
- Minkowski, M. (1928). Sur un cas d'aphasie chez un polyglotte. *Revue Neurologique*, 49, 361-366. Traducido en M. Paradis (Ed.), (1983). *Reading son aphasia in bilinguals and polyglots* (pp. 274-279). Montreal: Marcel-Didier.
- Morton, J. (1969). Interacion of information in word recognition. *Psychological Review*, 76, 165-178.
- Moss, E. M., Davidson, R. J., & Saron, C. (1985). Cross-cultural differences in hemisphericity: EEG asymmetry discriminates between Japanese and Westerners. *Neuropsychologia*, 23, 131-135.
- Obler, K.L. & Gjerlow, K. (2000). *El lenguaje y el cerebro*. Madrid: Cambridge University Press.
- Obler, L.K., Zatorre, R.J., Galloway, L. & Vaid, J. (1982). Cerebral lateralization in bilinguals. *Brain and Language*, 15, 40-54.
- Ojemann, G.A. & Whitaker, H.A. (1978). The bilingual brain. *Archives of Neurology*, 35, 409-412.
- Ojemann, G.A. (1983). Brain organization for language from the perspective of electrical stimulation mapping. *The Behavioural and Brain Sciences*, 6, 189-230.
- Orbach, J. (1967). Differential recognition of Hebrew and English words in right and left visual fields as a function of cerebral dominance and reading habits. *Neuropsychologia*, 5, 127-134.
- Ortí, C. (1988a). *Bilingüismo y desarrollo cognitivo*. Palma de Mallorca: Institut de Ciències de l'Educació de la Universitat de les Illes Balears.
- Ortí, C. (1988b). Experiencia lingüística y desarrollo cognitivo: las ventajas del bilingüismo. *Estudios de psicología*, 33-34, 229-236.
- Papanicolaou, A.C., Simos, P.G. & Basile, F.H. (1998). Applications of Magnetoencephalography to Neurolinguistic Research. In B. Stemmer & H. Whitaker (Eds.), *Handbook of Neurolinguistics* (pp. 144-158). New York: Academic Press.
- Paradis, M. (1990). Language lateralization in bilinguals. *Brain and Language*, 39, 570-586.
- Paradis, M. (1997). The Cognitive Neuropsychology of Bilingualism. In A. de Groot & J.F. Kroll (Eds.), *Tutorials in Bilingualism* (pp. 331-354). Mahwah: Lawrence Erlbaum Associates.
- Paradis, M. (1998). Communication in Multilinguals. In B. Stemmer & H. Whitaker (Eds.), *Handbook of Neurolinguistics* (pp. 417-430). New York: Academic Press.

Paradis, M. (2004). *A neurolinguistic theory of bilingualism*. Amsterdam: J. Benjamins Pub.

Parafasia semántica (n.d.). Recuperado el 5 de noviembre de 2011, de <http://www.espaciologopedico.com/recursos/glosariodet.php?id=407>

Peal, E. & Lambert, W. (1962). The relation of bilingualism to intelligence. *Psychological Monographs*, 76, 1-23.

Perani, D., Paulesu, E., Galles, N.S., Dupoux, E., Dehaene, S., Bettinardi, V. et al. (1998). The bilingual brain proficiency and age of acquisition of the second language. *Brain*, 121, 1841-1852.

Peterson, S.E., Fox, P.T., Posner, M.I., Mintun, M. & Raichle, M.E. (1988). Positron emission tomographic studies of the cortical anatomy of single-word processing. *Nature*, 331, 585-589.

Pintner, R. (1932). The influence of language background on intelligence test. *Journal of Social Psychology*, 3, 325-340.

Pitres, J.A. (1895). Étude sur l'aphasie chez les polyglottes. *Revue de Médecine*, 15, 873-899. Traducido en M. Paradis (Ed.) (1983). *Reading son aphasia in bilinguals and polyglots* (pp. 26-49). Montreal: Marcel-Didier.

Potter, M.C., So, K.F., von Eckart, B. & Feldman, L.B. (1984). Lexical and conceptual representation in beginning and proficient bilinguals. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 23, 23-38.

Pötzl, O. (1925). Über die parietal bedingte Aphasie und ihren Einfluss auf das Sprechen mehrerer Sprachen. *Z. Gesamte Neurol. Psychiatrie*, 96, 100-124. Traducido en M. Paradis (Ed.) (1983). *Reading son aphasia in bilinguals and polyglots* (pp. 176-189). Montreal: Marcel-Didier.

Poullisse, N. & Bongaerts, T. (1994). First language use in second language production. *Applied Linguistics*, 15, 36-57.

Poullisse, N. (1997). Language Production in Bilinguals. In A. de Groot & J.F. Kroll (Eds.), *Tutorials in Bilingualism* (pp. 201-224). Mahwah: Lawrence Erlbaum Associates.

Pragmática (n.d.). Recuperado el 22 de agosto de 2011, de <http://es.wikipedia.org/wiki/Pragm%C3%A1tica>.

Psycholinguistics/Models of Speech Production (n.d.). Recuperado el 12 de agosto de 2011, de http://en.wikiversity.org/wiki/Psycholinguistics/Models_of_Speech_Production.

Pulvermüller, F. (1999). How and where are words represented and processed in the brain? In Argenter, J.A. (Ed.), *Language, Brain and Verbal Behaviour. Neurobiological Aspects of Linguistic Capacities and Language Processing* (pp. 95-109). Actas del International Workshop

on Language, Brain and Verbal Behaviour (Barcelona, noviembre 1996). L'Hospitalet de Llobregat: Altés.

Pulvermüller, F. (2003). *Neuroscience of language: on brain circuits of words and serial order*. Cambridge: Cambridge University Press.

Real Academia Española (2003). *Diccionario de la lengua española*. Edición electrónica. Versión 1.0. Madrid: Espasa-Calpe, 22ª edición. Versión online en <http://www.rae.es>.

Real Academia Española & Asociación de Academias de la Lengua Española (2005). *Diccionario panhispánico de dudas*. Madrid: Santillana.

Redlinger, W. & Park, T. (1980). Language mixing in young bilinguals. *Journal of Child Language*, 7, 337-352.

Ribot, T. (1881). *Les maladies de la mémoire*. Paris: G. Ballière. Traducido en R. Rubio (1927). *Las enfermedades de la memoria*. Madrid: Daniel Jorro.

Rondal, J.A., Seron, X. (1991). *Afasia, retrasos del lenguaje, dislexia*. Barcelona: Paidós.

Rosch, E. (1975). Cognitive representations of semantic categories. *Journal of Experimental Psychology (General)*, 104, 192-233.

Ross, E. & Mesulam, M. (1979). Dominant language functions of the right hemisphere? Prosody and emotional gesturing. *Archives of Neurology*, 36, 144-148.

Rumelhart, D. & McClelland, J. (1986). *Parallel distributed processing: Explorations in the microstructure of cognition*. Vol. 1. Cambridge MA: The MIT Press.

Saer, D.J. (1923). The effects of bilingualism on intelligence. *British Journal of Psychology*, 14, 25-38.

Sanz, C. (1999). *Bilingüismo, capacidad cognitiva y aprendizaje de lenguas*. Valencia: Universitat de València.

Schneiderman, E.I. (1986). Learning to the right: some thoughts on hemisphere involvement in language acquisition. In J. Vaid (Ed.), *Language processing in bilinguals. Psycholinguistic and Neuropsychological perspectives* (pp. 233-245). Hillsdale: LEA.

Scoresby-Jackson, R.E. (1867). Case of aphasia with right hemiplegia. *Edinburg Medical Journal*, 12, 969-706.

Seghier, M.L. (2008). Laterality index in functional MRI: methodological issues. *Magnetic Resonance Imaging*, 26(5), 594-601.

Seidenberg, M.S. & McClelland, J.L. (1989). A distributed, developmental model of word recognition and naming. *Psychological Review*, 96(4), 523-568.

Seidl, J. (1937). The effect of bilingualism on the measurement of intelligence. Tesis doctoral no publicada. Fordham University.

- Soler, O. (1995). Estudio experimental del bilingüismo: revisión histórica. *Anuario de Psicología*, 66, 19-36.
- Spoerl, D.T. (1943). The academic and verbal adjustment of college-age bilingual students. *Journal of Genetic Psychology*, 64, 139-157.
- Stemmer, B. & Whitaker, H.A. (Eds.), *Handbook of Neurolinguistics*. New York: Academic Press.
- Taeschner, T. (1983). *The sun is feminine: a study on language acquisition in childhood*. Berlín-Heidelberg: Springer-Verlag.
- Tan, L.H., Spinks, J.A., Feng, C.M., Siok, W.T., Perfetti, C.A., Xiong, J. et al. (2003). Neural systems of second language reading are shaped by native language. *Human Brain Mapping*, 18, 158-166.
- Thomason, S. (2001). *Language contact. An Introduction*. Edinburgh: Edinburgh University Press.
- Titone, R. (1976) *Bilingüismo y educación*. Barcelona: Fontanela.
- Ullman, M.T. (2001). A neurocognitive perspective on language: the declarative/procedural mode. *Nature*, 2, 717-727.
- Vaid, J. & Hall, D.G. (1991). Neuropsychological perspectives on bilingualism: Right, left and center. In A.G. Reynolds (Ed.), *Bilingualism, Multiculturalism and Second Language Learning. The McGill Conference in Honour of Wallace E. Lambert* (pp. 81-112). Hillsdale: Lawrence Erlbaum Associates.
- Vaid, J., & Lambert, W.E. (1979). Differential cerebral involvement in the cognitive functioning of bilinguals. *Brain and Language*, 8, 92-110.
- Van der Linden, M. & Poncelet, M. (1998). The role of working memory in language and communication disorders. In B. Stemmer & H. Whitaker (Eds.), *Handbook of Neurolinguistics* (pp. 289-300). New York: Academic Press.
- Wei, L. (2005). *The bilingualism reader*. London, New York: Routledge.
- Weinrich, U. (1953). *Languages in contact*. La Haye: Mouton.
- Whitaker, H.A. (1998). Neurolinguistics from the Middle Ages to the Pre-Modern era: Historical vignettes. In B. Stemmer & H. Whitaker (Eds.), *Handbook of Neurolinguistics* (pp. 27-54). New York: Academic Press.
- Wordreference (1999). *Online Language Dictionaries*. Versión online en <http://www.wordreference.com>.
- Wray, A. (1992). *The Focusing Hypothesis. The theory of left hemisphere lateralised language re-examined*. Amsterdam: John Benjamins.

Wuillemin, D., Richardson, B. & Lynch, J. (1994). Right hemisphere involvement in processing later learned languages. *Brain and Language*, 46, 620-636.

Zurif, E., Caramazza, A., Myerson, R., & Galvis, J. (1974). Semantic feature representations for normal and aphasic language. *Brain and Language*, 1, 167–187.

Fuentes de las imágenes

Fig. 1

Bases neurofisiológicas de la producción del habla (n.d.). Recuperado el 1 de agosto de 2011, de http://liceu.uab.es/~joaquim/phonetics/fon_produccio/bases_neurofisiologicas_produccion.html.

Fig. 2

Los hemisferios cerebrales (n.d.). Recuperado el 1 de agosto de 2011, de <http://rbneuro.blogspot.com/2010/09/sistema-nervioso.html>.

Fig. 3

Bases neurofisiológicas de la producción del habla (n.d.). Recuperado el 1 de agosto de 2011, de http://liceu.uab.es/~joaquim/phonetics/fon_produccio/bases_neurofisiologicas_produccion.html.

Fig. 4

Functional organization of the brain. Recuperado el 2 de Agosto de 2011, de la página web del Oxford Centre for Functional MRI of the Brain: http://users.fmrib.ox.ac.uk/~stuart/thesis/chapter_3/section3_2.html.

Fig. 5

The temporal lobes (n.d.) Recuperado el 2 de agosto de 2011, de <http://brainmind.com/TemporalLobe.html>.

Fig. 6

Biological bases of speech production (n.d.) Recuperado el 21 de agosto de 2011, de <http://wyucebey.blogspot.com/2008/01/biological-bases-of-speech-production.html>.

Fig. 7

The temporal lobes (n.d.). Recuperado el 2 de agosto de 2011, de <http://brainmind.com/TemporalLobe.html>.

Fig. 8

Vías visuales (n.d.). Recuperado el 2 de agosto de 2011, de <http://www.icarito.cl/herramientas/despliegue/laminas/2009/12/376-619350-3-vias-visuales.shtml>.

Fig. 9

Rizzuto, A. (1993). Freud's Speech Apparatus and Spontaneous Speech. *International Journal of Psychoanalysis*, 74, 113-127. Recuperado el 8 de agosto de 2011, de <http://www.pep-web.org/document.php?id=ijp.074.0113a>.

Fig. 10

Chang, T.M. (1986). Semantic memory: Facts and models. *Psychological Bulletin*, 99(2). 199-220. Recuperado el 8 de agosto de 2011, de <http://psycnet.apa.org/index.cfm?fa=buy.optionToBuy&id=1986-16309-001>.

