



REVISIÓN

Bilingüismo y cerebro: mito y realidad

M.I. Gómez-Ruiz

Departamento de Neurología, Hospital General de L'Hospitalet, Hospitalet de Llobregat, Barcelona, España

Recibido el 17 de diciembre de 2009; aceptado el 7 de abril de 2010

Accesible en línea el 14 Agosto 2010

PALABRAS CLAVE

Neurolingüística;
Bilingüismo;
Afasia;
Representación del
lenguaje;
Laterización del
lenguaje

Resumen

Introducción: La descripción de pacientes bilingües con afasia se remonta al siglo XIX. Desde entonces, el estudio de la relación bilingüismo-cerebro se ha preguntado si la representación neuroanatómica de las lenguas que habla una misma persona es similar o diferente. La respuesta a esta pregunta ha generado interpretaciones erróneas de los resultados obtenidos en las investigaciones realizadas al respecto.

Material y métodos: En el presente trabajo, se describirá lo que hay de mito y de realidad en las siguientes afirmaciones: *a)* la organización neuroanatómica del lenguaje en el bilingüe es diferente del monolingüe, y *b)* la laterización del lenguaje en el bilingüe es menor.

Resultados: No hay motivos para creer que haya diferencias cualitativas en la organización cerebral del lenguaje en bilingües y monolingües. Lo más probable es que las lenguas que habla una misma persona estén representadas como subsistemas microanatómicos distintos en las mismas regiones cerebrales.

Conclusiones: Las diferencias serían más bien de tipo cuantitativo, es decir, con relación al grado de participación de los diferentes mecanismos neurofuncionales implicados en el uso del lenguaje, entre ellos el conocimiento metalingüístico y la competencia lingüística implícita.

© 2009 Sociedad Española de Neurología. Publicado por Elsevier España, S.L. Todos los derechos reservados.

KEYWORDS

Neurolinguistics;
Bilingualism;
Aphasia;
Language
representation;
Language
lateralization

Bilingualism and the brain: myth and reality

Abstract

Introduction: The description of bilingual aphasic patients goes back to the 19th century. Since then, the study of the relationship between bilingualism and the brain has questioned whether the neuroanatomical representation of two languages in the same brain is similar or different. The answer to this question has generated erroneous interpretations based on the results of the investigations carried out on this topic.

Development: The present paper will try to distinguish between myth and reality of the following statements: *a)* the neuroanatomical organization of language in bilinguals is different from that of monolinguals, and *b)* language is less lateralized in bilingual speakers.

Correo electrónico: misabelgr@gmail.com.

Results: There is no reason to believe in the existence of qualitative differences in the cerebral organization of language between bilinguals and monolinguals. It is mostly likely that two languages are represented as different microanatomical subsystems in the same cerebral regions.

Conclusions: The differences are quantitative rather than qualitative, that is, the degree of participation of the different neurofunctional mechanisms involved in the use of language, such as metalinguistic knowledge and implicit linguistic competence.

© 2009 Sociedad Española de Neurología. Published by Elsevier España, S.L. All rights reserved.

Introducción

El conocimiento de dos o más lenguas por parte de un mismo individuo es un hecho cotidiano y común a millones de personas^{1,2}. Pero no sólo es un hecho frecuente, sino que el bilingüismo ha existido desde el origen del lenguaje en la historia de la humanidad³. A pesar de lo anterior, el bilingüismo es un tema que genera un importante debate sobre la forma en que dos o más lenguas están representadas en el cerebro. El objetivo del presente trabajo es describir lo que hay de mito y de realidad en la relación bilingüismo-cerebro. No obstante, antes de pasar al tema central de este trabajo, se resumirán brevemente los antecedentes históricos del estudio de pacientes bilingües con afasia.

Bilingüismo y afasia: antecedentes históricos

En 1895, Jean-Albert Pitres publicó, con el título *Etude sur l'aphasie chez les polyglottes*, el primer monográfico dedicado a la alteración del lenguaje en afásicos bilingües y políglotas⁴. En ese trabajo, Pitres hizo una revisión de la literatura publicada hasta el momento sobre el tema y describió siete casos propios. Identificó tres patrones de recuperación del lenguaje tras una lesión cerebral: *a) dos lenguas se recuperan de forma simultánea y similar; b) una lengua nunca es recuperada, y c) una lengua comienza a recuperarse después de que lo haya hecho la otra*. Estos patrones se conocen actualmente con el nombre de paralelo, selectivo y sucesivo, respectivamente. Basado en los patrones de recuperación descritos, Pitres llegó a la conclusión de que la lengua que se recuperaba en primer lugar era aquella que el paciente más utilizaba antes de la lesión cerebral, independientemente de que fuera la lengua materna o no (la posteriormente llamada ley de Pitres). Las revisiones realizadas por Paradis^{5,6} de los casos publicados de afasia en bilingües amplían en número las formas en que puede recuperarse cada lengua tras una lesión cerebral. Otras alteraciones descritas en estos pacientes son los errores asociados al mecanismo que permite usar una determinada lengua a voluntad (cambio y mezcla de código) y los trastornos asociados a la capacidad para traducir de un idioma a otro⁷. Todos ellos están descritos en la tabla 1.

Los factores que se han propuesto como causantes de los patrones de recuperación no-paralela son diversos, entre ellos los que siguen a continuación: el orden de adquisición de las lenguas⁸, la frecuencia de uso antes de la lesión⁴, la localización y la gravedad de la lesión⁹, el lazo afectivo

establecido con cada lengua¹⁰, el tipo de bilingüismo¹¹, el grado de conocimiento de cada lengua¹² y la distancia estructural entre los idiomas hablados¹³. El problema es que ninguno de estos factores justifica por sí mismo todos los casos publicados hasta la fecha o, por lo menos, la mayoría de ellos. Entonces ¿qué es lo que hace que una lengua se recupere de forma diferente o antes que otra? Y es aquí donde la leyenda comienza.

Mito 1. El cerebro de los bilingües es diferente de los monolingües

La respuesta más lógica a la afectación diferencial de cada lengua tras una lesión cerebral es que las lenguas que habla un mismo individuo estén asociadas con diferentes áreas corticales. El mito, por lo tanto, está en pensar que la representación cerebral del lenguaje en los bilingües es diferente de la de los monolingües. De este modo, los resultados obtenidos a través de la estimulación cortical eléctrica^{12,14} y los casos descritos de recuperación no-paralela^{15,16} son interpretados como prueba de estructuras neuroanatómicas diferentes para cada idioma dentro de las áreas clásicas del lenguaje.

Ojemann y Whitaker¹⁴ utilizaron en 1978 la estimulación eléctrica cortical para estudiar el rendimiento en una tarea de denominación de 2 pacientes bilingües. Los autores encontraron, siempre dentro del hemisferio izquierdo (HI), áreas cerebrales cuya estimulación afectaba de forma similar a ambas lenguas (área de Broca y lóbulo parietal inferior), pero también regiones cuya estimulación afectaba a sólo una de ellas (lóbulo frontal, área de Wernicke). En los dos casos, la representación de la segunda lengua (L2) fue mayor que la primera (L1). Para esos autores, aunque dos idiomas comparten áreas corticales específicas, la lengua menos automatizada depende a su vez de áreas cerebrales adicionales alrededor de las zonas clásicas del lenguaje. Estos resultados también pueden interpretarse como resultado del grado de dominio de cada lengua¹⁷, es decir, el área cortical que sustenta el lenguaje es inversamente proporcional al grado de competencia en cada idioma, o sea, a menor conocimiento de una lengua, mayor será el espacio que requiera en el cerebro. Estudios posteriores han obtenido iguales resultados^{12,18}. Los resultados que se derivan de estas investigaciones han sido criticados por el tipo de tarea lingüística utilizada durante la estimulación cortical, así como por los inconvenientes propios de la técnica. Aunque el paradigma lingüístico empleado (denominar objetos)

Tabla 1 Patrones de recuperación del lenguaje y trastornos asociados****Patrones de recuperación del lenguaje***

Patrón de recuperación paralelo: dos o más lenguas están afectadas por igual y su recuperación se produce al mismo tiempo

Patrón de recuperación no paralelo: la recuperación de cada lengua se produce de forma diferente

Diferencial: la afectación de cada lengua difiere en grado

Sucesivo: una lengua no comienza a recuperarse hasta que la otra no está relativamente restituida

Selectivo: el paciente no recupera el uso de una o varias de las lenguas que habla

Antagonista: las dos lenguas no están disponibles al mismo tiempo, es decir, sólo una lengua está disponible al inicio y, según mejora la segunda, la primera empeora

Antagonista alternante: durante períodos alternantes, el paciente tiene acceso a una de las lenguas que habla

Afasia diferencial: cada lengua presenta rasgos que se corresponden con diferentes tipos de afasia. Patrón de recuperación discutido, ya que la diferencia no está en la naturaleza de los síntomas afásicos que presenta cada lengua, sino en el grado de afectación de cada una de ellas⁶

Afasia selectiva: afectación de una de las lenguas, mientras que la otra permanece relativamente preservada

Trastornos relacionados con la utilización de una determinada lengua a voluntad

Mezcla patológica de códigos: combinación inapropiada de elementos de dos o más lenguas en una misma palabra o enunciado. Esta interacción puede producirse en uno o varios campos lingüísticos (fonológico, morfológico, léxico, sintáctico, semántico). Ejemplo, formación de palabras aplicando las normas morfológicas de otra lengua (lexema en un idioma y sufijo en la otra). El resultado puede derivar en una amalgama de palabras y expresiones incomprensibles

Alternancia patológica de códigos

Fijación patológica en una de las lenguas que impide pasar de un idioma al otro

Alternar de forma incontrolada y frecuente enunciados completos en dos o más lenguas al hablar

Trastornos asociados a la capacidad para traducir de un idioma al otro

Incapacidad para traducir en ninguno de los sentidos de la traducción, es decir, de la primera a la segunda lengua y viceversa

Traducción espontánea. Necesidad compulsiva del paciente por traducir todo lo que dice o le dicen (independientemente de la lengua del interlocutor)

Traducción sin comprensión. Los pacientes no entienden órdenes verbales, aunque pueden traducirlas a la otra lengua

Traducción paradójica. Habilidad para traducir a una lengua que es inaccesible para su uso espontáneo, acompañado por una incapacidad para traducir a la lengua que en ese momento puede utilizarse

* Los diferentes patrones de recuperación del lenguaje, el cambio/mezcla de códigos y los trastornos de la traducción no son mutuamente excluyentes, ya que pueden combinarse entre sí y/o sucederse en el tiempo.

ha aportado datos interesantes, el sistema lingüístico no puede reducirse a esta tarea¹⁹. Respecto a la técnica en sí²⁰⁻²², en primer lugar, la definición espacial de la estimulación cortical carece de exactitud ya que es difícil estimular la misma área en diferentes ocasiones y en diferentes sujetos. En segundo lugar, los efectos de la estimulación en las zonas a las que se atribuye la localización de una de las lenguas no son de todo o nada, es decir, la estimulación de la misma zona a veces tenía efecto en una lengua y a veces no. Pero aunque así fuera, ¿qué explicación tiene el patrón de recuperación antagonista alternante?

Algunos casos de recuperación no-paralela también se han defendido como una evidencia a favor de estructuras neuroanatómicas diferentes para cada lengua. Berthier et al¹⁵ describieron el caso de un paciente de 25 años con una malformación arteriovenosa localizada en el hemisferio derecho (HD). El paciente tenía el español y el inglés como L1 y L2, respectivamente. Con el objetivo de valorar si había una diferente lateralización de las lenguas, se anestesió cada hemisferio cerebral con el test de amital sódico intracarotídeo (test de Wada). La inactivación temporal del HI produjo una afasia general para ambos idiomas al inicio. La primera lengua en recuperarse tras los efectos de la anestesia fue el inglés (L2) y, posteriormente, el español (L1). Según los autores del estudio, todas las lenguas de un bilingüe están almacenadas dentro de la región perisilviana izquierda, y mientras la L2 se organiza en el interior de la

cisura de Silvio, la L1 lo hace en áreas perisilvianas más distales. Esta distinción se hace sobre la base del patrón que sigue el amital para abandonar el torrente sanguíneo cerebral, primero la cisura de Silvio y después las regiones circundantes. No obstante, estas conclusiones también se han puesto en duda. Según Paradis²³, más que mostrar evidencia a favor de la hipótesis de una representación cortical diferente para dos lenguas, los resultados obtenidos muestran todo lo contrario. Los autores del caso atribuyeron las diferencias observadas al grado de automatización de cada lengua, esto es, cuanto menor sea la automatización de una lengua, mayor será la superficie cerebral que necesitará para su representación. Entonces, ¿por qué la lengua que menos utiliza (el inglés) es la que depende de la región central de la cisura de Silvio y no de las estructuras periféricas?

En 1995, Gómez-Tortosa et al¹⁶ presentaron el caso de una mujer diestra bilingüe que, tras ser operada de una malformación arteriovenosa en el córtex perisilviano del HI, presentó un déficit selectivo en su lengua nativa (español) y no en la L2 (inglés). En esta paciente, la L2 era la más utilizada durante su vida cotidiana. Para esos autores, la afectación selectiva de una de las lenguas después de la cirugía demuestra que cada lengua posee un sustrato neuroanatómico diferente dentro de la región perisilviana izquierda. Posteriormente, Gómez-Tortosa et al²⁴ admiten que la afectación de la lengua nativa de su paciente también

puede explicarse en términos de inhibición fisiológica de una de las lenguas, tal como Paradis señala en un artículo previo en el que comenta el caso²¹.

El uso de técnicas de neuroimagen funcional es otra forma de conocer la actividad cerebral de los bilingües. En la **tabla 2** y en la **tabla 3** se describen brevemente algunos de los principales estudios realizados con controles sanos bilingües en tareas de producción y de comprensión verbal, respectivamente. La principal conclusión que se extrae de estos estudios es que las diferencias en la representación cerebral de dos lenguas parece ser mínima, por lo menos en el aspecto macroscópico, cuando el grado de dominio en ambas lenguas es alto. Sin embargo, los escasos conocimiento y dominio de una lengua están asociados con la activación de regiones cerebrales más extensas cercanas a las áreas clásicas del lenguaje. La activación de áreas cerebrales adicionales está relacionada con diferencias en las demandas computacionales de cada lengua^{37,38}. Estas diferencias son más importantes cuando la L2 es débil, esto es, en las fases iniciales de su adquisición o cuando el grado de competencia adquirido es pobre. Según Abutalebi³⁸, la localización anatómica de estas diferencias puede ser de dos tipos: *a)* incremento de la actividad en las mismas regiones o en áreas cercanas a las zonas clásicas del lenguaje, y *b)* incremento de la actividad de regiones cerebrales adicionales relacionadas con funciones ejecutivas (p. ej., córtex prefrontal izquierdo y ganglios basales). Estos hallazgos están relacionados con el concepto de eficiencia cortical de Ertl y Schafer³⁹: cuanto mayor sea la habilidad en una tarea cognitiva específica, más eficiente será su procesamiento neuronal, es decir, menor será el consumo de energía que necesita para funcionar.

Pero este mito tiene una segunda parte: la existencia de áreas cerebrales específicas para los bilingües. En 1925, Pötzl⁹ describió 2 casos de afásicos bilingües que presentaban dificultad para pasar de una lengua a la otra. En ambos casos, la lesión cerebral estaba localizada en el giro supramarginal izquierdo. A partir de estos datos, Pötzl sugirió que esta región cerebral tenía un papel muy importante en la selección del idioma a utilizar. Esta suposición pronto se puso en evidencia en pacientes con lesiones del giro supramarginal sin dificultades para pasar de un idioma a otro y en pacientes que presentaban esta dificultad en ausencia de lesiones posteriores⁴⁰. Otra región cerebral que se ha relacionado con la base neurológica del mecanismo de cambio es el lóbulo frontal. Uno de los casos descritos por Stengel y Zelmanowicz⁴¹, además de presentar una afasia motriz como resultado de una lesión frontal, mezclaba los idiomas que conocía al hablar y en la tarea de denominación aplicada. En 2000, Fabbro et al⁴² describieron el caso de un paciente con un tumor cerebral localizado en la sustancia blanca subyacente al córtex frontal izquierdo con afectación posterior del giro cingulado anterior del HD. El tumor debutó con la tendencia compulsiva del paciente a alternar los idiomas que hablaba (friulano e italiano) en ausencia de otros síntomas afásicos y con las demás funciones cognitivas valoradas preservadas. Otros casos de cambio patológico de un idioma a otro se han descrito como consecuencia de la estimulación magnética transcraneal en la corteza prefrontal dorsolateral del HI⁴³, así como durante la estimulación electrocortical del giro frontal inferior izquierdo⁴⁴. El daño de estructuras subcorticales también puede dar lugar a una

disfunción de los mecanismos implicados en la selección de lenguas. Por ejemplo, tras una lesión en los ganglios basales del HI (en concreto, capsuloputaminal), el paciente EM perdió la capacidad para expresarse en su lengua materna con un buen rendimiento en la segunda^{45,46}. Pero las lesiones en los ganglios basales no sólo se han asociado con una fijación patológica en una de las lenguas, sino también con la alternancia sin control de ellas. Esta última es la situación de la paciente AH de Abutalebi et al⁴⁷ que, con una lesión en la sustancia blanca adyacente al núcleo caudado izquierdo, no podía mantener una conversación en una lengua determinada, aun cuando se le pidiera de forma explícita. Aunque la paciente era consciente de este problema, no podía hacer nada para evitarlo.

Los hallazgos anteriores también pueden explicarse como la disfunción del circuito prefrontal dorsolateral descrito por Cummings⁴⁸. Este circuito está implicado en el control y la selección de la información a recuperar, así como en la inhibición de interferencias. En el caso del bilingüismo, este circuito, y en especial la cabeza del caudado, podría estar relacionado con la selección e inhibición de las representaciones léxicas de uno u otro idioma para su posterior emisión⁴⁷. Otras estructuras neuronales implicadas en este proceso de selección/inhibición son la corteza parietal (activa la representación léxica de diferentes posibles respuestas) y el cingulado anterior (detección de errores durante el procesamiento de la información)⁴⁹. Ambas estructuras están implicadas en el cambio de una tarea a otra.

No obstante, la realidad es que se desconoce si existe una estructura neuroanatómica o neurofuncional específica que permita a los bilingües sintonizar con una u otra lengua. Según Paradis⁵⁰, el mecanismo para pasar de una lengua a otra puede ser automático o deliberado. Cuando es automático, el cambio o mezcla de códigos están relacionados con el propio sistema lingüístico (p. ej., la palabra emitida es la que tiene un umbral de activación más bajo y su evocación no está sujeta a un control más consciente). Las estructuras neuroanatómicas implicadas serían el córtex perisilviano, los ganglios basales y el cerebelo. Sin embargo, el paso deliberado de un idioma a otro, podría depender del mismo mecanismo neuropsicológico general de elección interna que permite hablar o mantenerse en silencio. Se trataría, entonces, de una habilidad común a todos los individuos relacionada con la capacidad para cambiar de respuesta ante cualquier tipo de situación. En este caso, la decisión de utilizar un idioma determinado está relacionada con la participación de la atención y de las funciones ejecutivas, sustentadas por el córtex prefrontal y por el cingulado anterior.

Mito 2. Los bilingües utilizan más el hemisferio derecho que los monolingües

El primero en sugerir que las lenguas que hablaba una misma persona tenían una diferente lateralización en los dos hemisferios fue Gorlitzer von Mundy⁵¹ en 1959. Este autor describió el caso de un paciente cuya lengua materna era el esloveno. La L2, el alemán, la aprendió a partir de los 30 años cuando se alistó en la infantería austriaca. El

Tabla 2 Estudios de neuroimagen funcional realizados en bilingües durante la realización de tareas de producción verbal

Estudio	Técnica	Muestra	Tarea verbal	Principal resultado
Klein et al (1995) ²⁵	TEP	12 BL tardíos: L1 (ing)/L2 (fr). Adquisición L2: a partir de los 5 años. Dominio de lenguas: alto	Generación de palabras (rimas y sinónimos) y traducción de palabras	Solapamiento de las áreas cerebrales activadas en las dos lenguas. Mayor activación del putamen izquierdo durante la repetición de palabras en la L2
Chee et al (1999) ²⁶	RMf	L1 (mnd)/L2 (ing); 2 grupos: <i>a</i>) 15 sujetos, L2 adquirida antes de los 6 años; <i>b</i>) 9 sujetos, L2 adquirida a partir de los 12 años	Completar palabras a las que les faltaba la parte inicial o final	Las áreas cerebrales activadas fueron las mismas a pesar de la diferencia estructural entre ambas lenguas y de la edad de adquisición de la L2
Klein et al (1999) ²⁷	TEP	7 BL tardíos: L1 (ch)/L2 (ing). Adquisición L2: adolescencia	Generación de verbos y repetición de palabras	Actividad cerebral similar para ambas lenguas, sin diferencias en la activación de estructuras subcorticales
Hernández et al (2000) ²⁸	RMf	6 BL tempranos: L1 (esp)/L2 (ing) Lengua dominante: inglés	Denominación	Activación cerebral similar para ambas lenguas
De Bleser et al (2003) ²⁹	TEP	11 BL tardíos: L1 (hol)/L2 (fr). L2 estudiada durante 8 años y con rendimiento de "bueno" a "muy bueno" en un test de capacidad	Generar de forma interna el nombre de dibujos que se presentaban de forma sucesiva. Tipos de estímulo: <i>cognates</i> ^a y <i>non-cognates</i> ^b	Escasas diferencias de activación encontradas entre ambas lenguas, excepto para los <i>non-cognates</i> en L2 que produjeron un aumento de la activación en el área frontal inferior izquierda y áreas temporoparietales (relacionado con un mayor esfuerzo en la recuperación de palabras en la L2)
Perani et al (2003) ³⁰	RMf	11 BL tempranos (cat/esp) con igual grado de dominio en cada lengua y diferente grado de exposición a ellas (la exposición a la L2 fue menos intensa en los BL cuya L1 fue el catalán)	Fluencia verbal con consigna fonética	<i>a)</i> Menor extensión de la activación cerebral asociada con la lengua adquirida en primer lugar; <i>b)</i> A menor intensidad en la exposición a la L2, mayor extensión de las regiones cerebrales activadas en esta lengua

BL: bilingües; cat: catalán; ch: chino; esp: español; fr: francés; hol: holandés; ing: inglés; mnd: mandarín; L1: primera lengua; L2: segunda lengua; RMf: resonancia magnética funcional; TEP: tomografía por emisión de positrones.

^a Palabras con forma y significado similar en ambas lenguas.

^b Palabras con el mismo significado, pero con diferencias fonológicas y ortográficas.

paciente era analfabeto cuando llegó al ejército, pero allí aprendió a leer y a escribir en alemán. A la edad de 94 años sufrió un ictus cerebral en el HI y sólo podía expresarse en esloveno (lengua que no había utilizado durante décadas). Para el autor, la lengua adquirida únicamente de forma

oral estaba representada en ambos hemisferios cerebrales, mientras que la lengua aprendida de forma oral y escrita estaba lateralizada en el HI. Por este motivo, el paciente que describió sólo podía expresarse en alemán. En 1978, Albert et al⁵² retomaron esta hipótesis y, con base en los casos

Tabla 3 Estudios de neuroimagen funcional en bilingües durante la realización de tareas de comprensión verbal

Estudio	Técnica	Muestra	Tarea verbal	Principal resultado
Perani et al (1998) ³¹	TEP	2 grupos de BL, alto dominio de la L2: 9 BL tardíos (a partir de los 10 años), L1 (it)/L2 (ing); 12 BL tempranos (antes de los 4 años) (cat/esp)	Escuchar historias en L1 y L2	Las áreas activadas fueron las mismas tanto para la L1 como para la L2. Sin diferencias en función de la edad de adquisición de la L2
Chee et al (1999) ³²	RMf	9 BL tempranos, alto dominio de la L2: L1 (mnd)/L2 (ing). Adquisición de la L2: antes de los 6 años	Comprensión de oraciones	A pesar de las diferencias entre las lenguas estudiadas (ortográficas, fonológicas y sintácticas), la activación cerebral fue similar
Chee et al (2001) ³³	RMf	2 grupos: 10 BL tempranos (antes de los 5 años), L1 (ing)/L2 (mnd); 9 BL tardíos (después de los 12 años), L1 (mnd)/L2 (ing)	Juicio semántico (escoger el ítem más parecido al estímulo de muestra)	Menor actividad cerebral en regiones prefrontales y parietales de la lengua dominante o L1 de cada grupo
Pillai et al (2003) ³⁴	RMf	8 BL tardíos (a partir de los 10 años): L1 (esp)/L2 (ing). Conocimiento medio de L2	Decisión semántica (asociar verbo con nombre) y fonológica (identificar palabras que riman)	Especialmente para la tarea semántica, la L2 activó una mayor extensión del córtex prefrontal izquierdo
Tatsuno et al (2005) ³⁵	RMf	L1 (jap)/L2 (ing); 2 grupos: 14 BL tardíos (edad, 13 años), bajo nivel de L2; 15 BL tardíos (edad, 19 años), alto nivel de L2	Identificación de verbos en tiempo pasado	Menor actividad en el giro frontal inferior izquierdo en el grupo con mayor dominio de la L2
Yokohama et al (2006) ³⁶	RMf	36 BL tardíos (a partir de los 8-9 años), L1 (jap)/L2 (ing)	Procesamiento de oraciones en pasiva y activa (decidir si son semánticamente correctas o no)	Activación similar para ambas lenguas, excepto en el procesamiento de oraciones complejas en la L2 (activación de regiones cerebrales adicionales)

BL: bilingües; cat: catalán; esp: español; ing: inglés; it: italiano; japonés: jap; mnd: mandarín; L1: primera lengua; L2: segunda lengua; RMf: resonancia magnética funcional; TEP: tomografía por emisión de positrones.

de afásicos bilingües publicados hasta ese momento, concluyeron que los casos de recuperación no-paralela podían interpretarse como el resultado de una representación neuroanatómica del lenguaje más simétrica entre ambos hemisferios.

Hull et al⁵³, en 2007, realizaron un completo metaanálisis de los resultados obtenidos en sujetos bilingües sanos con las técnicas clásicas de estudio de la lateralidad cerebral: taquistoscopio y escucha dicótica. Los autores concluyen que, en los estudios analizados, la lateralización cerebral está firmemente influida por la edad de adquisición de la L2: los bilingües que adquieren su L2 antes de los 6 años muestran una mayor participación de ambos hemisferios, mientras que para aquellos que la adquieren posteriormente, el hemisferio dominante para las dos lenguas es el izquierdo. Otra de las conclusiones es que, entre los bilingües que aprendieron su L2 después de los 6 años edad, la implicación del HI era mayor cuando el dominio de esta L2 era menor. Estudios de neuroimagen funcional también

han hallado una mayor activación de algunas regiones del HD durante tareas de comprensión verbal^{54,55}.

Pero ¿es realmente cierto que la participación del HD es mayor en los bilingües? Michel Paradis⁵⁶⁻⁶⁰ critica ampliamente los resultados de estos estudios y plantea que el HD no tiene un papel diferente en monolingües y bilingües. Estas críticas se orientan en tres direcciones: la inconsistencia de los resultados obtenidos, el papel atribuido al HD y las inferencias derivadas de los resultados obtenidos. En primer lugar, los resultados obtenidos son contradictorios e inconsistentes: mientras que, para una misma muestra o variable estudiada, un grupo de investigadores encuentran evidencias para una lateralización diferente, otros no. Además, las diferencias en la lateralización que se han publicado hasta ahora se han atribuido a subgrupos muy específicos de bilingües bajo condiciones muy determinadas (p. ej., bilingües tempranos o tardíos, bilingües con los ojos cerrados). De esta manera, no sólo no pueden generalizarse estos resultados a la totalidad de la población bilingüe, sino que

tampoco puede hacerse dentro de un mismo subgrupo. En consecuencia, si se considera el paradigma experimental utilizado como una de las variables que pueden dar cuenta de los resultados contradictorios, entonces la validez de estos paradigmas (escucha dicótica, taquistoscopio) debe someterse a juicio. Esta incoherencia en los resultados, sin embargo, es interpretada por los autores de estos estudios en términos de diferencias en la metodología o en las características de las tareas administradas y no en su validez.

En segundo lugar, en la medida que lesiones en el HD den lugar a la aparición de trastornos en la competencia comunicativa o pragmática, éstos no tienen por qué ser diferentes en bilingües y monolingües. La mayor participación del HD no estaría relacionada con una lateralización diferente del sistema lingüístico. Es decir, no puede forzarse la representación y el procesamiento de la competencia lingüística y gramatical en el HD si éste no es el lugar natural que le corresponde (excepto en los casos en que se produzca una lesión precoz del HI). Por este motivo, según Paradis, el mayor uso del HD no debe interpretarse como un efecto directo del bilingüismo, sino como el uso de estrategias compensatorias basadas en pistas pragmáticas cuando el grado de dominio de una de las lenguas es menor (situación que se da cuando se adquiere o aprende una L2).

Finalmente, otro problema de estos estudios es el hecho de hacer inferencias sobre hallazgos que están basados en suposiciones que se sabe no son válidas. No resulta útil explicar las contradicciones encontradas en las diferentes investigaciones por sutiles variaciones en el método, si no se especifica el parámetro de cada procedimiento y bajo qué condiciones aparece una diferente lateralización del lenguaje. También es necesario justificar los motivos por los que una variable lingüística tiene una representación cerebral diferente en bilingües y monolingües o, en todo caso, cómo un procedimiento que usa estímulos supuestamente relacionados con la competencia lingüística del HI da lugar a un mayor uso del HD. Igualmente, no puede atribuirse, a partir de los resultados de una única tarea lingüística, la lateralización completa del lenguaje en el HD. Según Paradis, los resultados aportados hasta ahora podrían estar relacionados con otros aspectos aún no definidos o, simplemente, con aspectos no relacionados con lo que se está midiendo. Además, las tareas utilizadas no son indicadoras de lateralidad cerebral, sino que más bien señalan la ventaja auditiva o visual de uno de los oídos o uno de los hemicampos visuales, respectivamente.

Paradis⁵⁷⁻⁵⁹ compara la búsqueda de evidencias a favor de una mayor participación del HD con la búsqueda del "monstruo del lago Ness". Al igual que el mítico monstruo, diferencias en la lateralización del lenguaje han podido observarse bajo ciertas condiciones, aunque no han podido replicarse en muchas ocasiones. Pero, aunque algo se hubiera visto, es posible que no se tratara de lo que se estaba buscando, sino de otra cosa. La continuación en esta línea de investigación estaría relacionada con la creencia de que este fenómeno realmente existe y que, además, puede demostrarse. Pero éste no es el caso. El hecho de que algunos resultados apoyen esta hipótesis, mientras que otros no lo hagan, señala la necesidad de revisar la validez de los paradigmas utilizados, además de justificar los motivos por los que un procedimiento produce un resultado u otro. Si fuera cierto que el HD tiene un papel adicional en los bilingües,

la incidencia de afasia cruzada en estos sujetos sería mayor que en los monolingües, pero los estudios clínicos^{61,62} y de revisión⁶³ apuntan hacia todo lo contrario.

Del mito a la realidad...

El punto de vista neuroanatómico no es suficiente para explicar los diferentes patrones de recuperación del lenguaje descritos. Alternativas a este punto de vista las encontramos en el enfoque neurofisiológico y en el papel que los sistemas de memoria declarativo y procedural tienen en la representación y el procesamiento del lenguaje. No obstante, estas hipótesis siguen sin explicar todos los casos de recuperación no-paralela.

Ya en 1895, Pitres⁴ opinaba que la organización cerebral del lenguaje en bilingües y políglotas debía estudiarse desde un enfoque neurofisiológico. Para Pitres, el motivo por el que la lengua de más uso antes de la lesión fuera la primera en recuperarse se debía, por un lado, a unas conexiones neuronales más sólidas y, por otro, a la inhibición temporal de la otra lengua. Se trataría, por lo tanto, del debilitamiento funcional de uno de los sistemas lingüísticos, más que de su destrucción física. Ese autor llamó a este trastorno "inercia de los centros corticales del lenguaje" y se caracteriza por la inhibición temporal de las imágenes motrices o sensoriales necesarias para producir o entender las palabras. Esta inercia funcional afectaría en mayor medida a la lengua con asociaciones neuronales más débiles. Los argumentos que apoyaban esta idea estaban basados en que la lengua no recuperada, tras un lapso de tiempo, volvía a estar disponible. Paradis⁶⁴ retoma esta idea y plantea que el debilitamiento de un sistema lingüístico no sólo puede explicarse como un aumento de los procesos de inhibición, sino que también puede ser consecuencia de un aumento del umbral de activación necesario para la autoactivación de los elementos propios de una de las lenguas (teoría de los umbrales de activación). Es decir, en bilingües afásicos, el proceso patológico eleva el umbral de activación de una de las lenguas o partes de ella (p. ej., los ítems de menor frecuencia de uso), haciéndola más inaccesible para su uso. Esta hipótesis es compatible con la del aumento de los mecanismos inhibitorios y, en teoría, explica todos los patrones de recuperación descritos en la literatura. No obstante, los mecanismos por los que se produce la activación/desactivación de un sistema lingüístico y no del otro siguen siendo desconocidos.

Según Paradis⁶⁴⁻⁶⁶, los sistemas de memoria declarativo y procedural participan de forma diferente en el aprendizaje, la representación y el uso del lenguaje. Este modelo defiende que el sistema de memoria declarativo está asociado al léxico y al aprendizaje en la escuela de las reglas gramaticales (conocimiento metalingüístico). El sistema de memoria procedural, sin embargo, sería importante para la aplicación automática de estas reglas gramaticales al hablar (competencia lingüística implícita) (tabla 4). En bilingües, el aprendizaje y el uso de la gramática de la L1 dependerían de la memoria procedural, mientras que la memorización y el uso del léxico dependerían de la memoria declarativa. Para la L2, la diferente participación de un sistema u otro dependería de la edad de adquisición. Mientras

Tabla 4 Características del conocimiento metalingüístico y de la competencia lingüística implícita

	Conocimiento metalingüístico	Competencia lingüística implícita
Definición	Conocimiento del que el individuo es consciente y que puede expresarlo oralmente. Ej.: vocabulario, conocimiento de las reglas ortográficas y gramaticales aprendidas en la escuela	Conocimiento inferido del rendimiento de un sujeto, es decir, su conducta es compatible con la aplicación de una regla en particular de la cual desconoce los procesos computacionales que la generan. Ej.: producción en el orden e inflexión correcta de una secuencia de palabras Adquisición incidental.
Aprendizaje	Consciente	
Almacenamiento	Explícito (el sujeto puede evocar a voluntad los elementos aprendidos)	Implícito (la información adquirida no está disponible en la esfera consciente)
Uso	Bajo control del sujeto	Automático (mejora con la práctica)
Sistema de memoria	Memoria declarativa (conocimiento enciclopédico)	Memoria procedimental (aprendizaje y mantenimiento de habilidades motrices y cognitivas cuya ejecución es automática)
Representación neuroanatómica	Estructuras temporales mediales y áreas de asociación posteriores de ambos hemisferios	Estructuras frontobasales y cerebelo, región parietal inferior del hemisferio izquierdo
L1	Léxico	Gramática
L2: alto dominio	Léxico	Gramática
L2: bajo dominio	Léxico + Gramática	—

L1: primera lengua; L2: segunda lengua.

que la capacidad para incrementar el vocabulario se mantiene a lo largo de los años, la gramática de la L2 se hace más dependiente del sistema de memoria declarativo, ya que debe memorizarse y aplicarse de forma consciente mientras se habla. Es decir, cuanto más débil sea la competencia lingüística en la L2, más se apoyará el sujeto en el conocimiento metalingüístico y en los aspectos pragmáticos del lenguaje con el objetivo último de controlar la producción y la interpretación del significado de un enunciado.

A partir de lo anterior y teniendo en cuenta que la competencia lingüística implícita y el conocimiento metalingüístico constituyen sistemas independientes sustentados por diferentes estructuras cerebrales, Paradis formula las siguientes hipótesis de trabajo: *a) lesiones producidas en estructuras temporales y áreas de asociación del HI estarán asociadas con una mayor dificultad para utilizar la lengua que menos se usa (L2) o aprendida a una edad adulta, y b) lesiones que dañen los circuitos frontobasales del HI afectarán, sobre todo, al uso de la lengua que más se usa o que se adquirió en primer lugar (L1), así como a la L2 si ésta se aprendió de forma paralela a la primera y su dominio por el hablante es alto.* A modo de ejemplo, en pacientes afásicos, un mejor rendimiento en la L2 puede ser debido a la utilización de una estrategia compensatoria basada en el conocimiento metalingüístico de esa lengua. En este caso, la competencia lingüística implícita está afectada para ambas lenguas, pero el conocimiento metalingüístico está disponible para la lengua que se aprendió en un entorno formal o que menos se domina. Es necesario distinguir, además, entre la recuperación espontánea de una lengua (desinhibición de la competencia procedimental) y la habilidad para controlar la producción verbal mediante el conocimiento metalingüístico (sustitución del uso automático de una lengua por un uso más controlado). Finalmente, casos publicados en la literatura científica muestran una evidencia a favor de esta

disociación. El caso descrito por Ku et al⁶⁷ en 1996 es una prueba a favor de un peor rendimiento de la lengua aprendida en segundo lugar tras una lesión temporal izquierda. A su vez, lesiones en estructuras frontales y ganglios basales han mostrado lo contrario, esto es, una mayor afectación de la L1^{45,68}.

Conclusiones

Los bilingües o políglotas no tienen un cerebro con diferentes áreas cerebrales para cada lengua, ni regiones cerebrales exclusivas. Igualmente, las funciones cognitivas clásicamente asociadas a cada hemisferio cerebral siguen siendo las mismas en todos los individuos. Opinar lo contrario sería equivalente a pensar que para aprender a escribir con un teclado nos tienen que crecer dedos nuevos en las manos. Lo que en realidad sucede es que para aprender la nueva tarea las articulaciones y los músculos ya existentes se combinan entre sí de formas diferentes. Evidentemente, cuanto más se practica una tarea, mejor será su ejecución final. Algo parecido sucede en el cerebro cuando se adquiere o aprende una segunda lengua. En este caso, lo más probable es que las lenguas que habla una misma persona estén representadas como subsistemas microanatómicos distintos dentro de las mismas regiones cerebrales⁶⁴. Estos subsistemas lingüísticos son independientes entre sí, tanto en el campo estructural como funcional. En consecuencia, tras una lesión cerebral, pueden verse afectados de forma diferente. Paradis⁶⁴ defiende que no hay motivo para creer que haya diferencias cualitativas en el procesamiento de dos o más lenguas, ya sea entre monolingües y bilingües, o entre diferentes tipos de bilingües. Las diferencias son más bien de carácter cuantitativo. Es decir, con respecto

al grado de utilización de los diferentes mecanismos cerebrales implicados en el procesamiento de la comunicación verbal (conocimiento metalingüístico, competencia lingüística, pragmática y motivación).

Finalmente, según Fabbro⁷, la relación bilingüismo-cerebro plantea la necesidad de identificar y diferenciar los diferentes campos implicados en la representación cerebral del lenguaje: bioquímico, neuroanatómico, neurofuncional, psicológico y lingüístico, entre otros. Es posible que la representación de dos o más lenguas en el cerebro difiera en alguno de estos campos, pero no en todos. Una vez conozcamos el funcionamiento de cada uno de ellos, estaremos en mejor disposición para interpretar los problemas del lenguaje relacionados con bilingües y políglotas⁶⁹. Por este motivo, el sistema neuroanatómico no es suficiente para explicar una actividad tan compleja como es el “lenguaje”.

Conflictos de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

Agradecimientos

Al doctor Michel Paradis que, desde la lejana Montreal, supervisó la realización de este trabajo.

Bibliografía

1. Gordon RG, editor. Ethnologue: Languages of the World. 15.^a ed. Dallas: SIL International; 2005.
2. Leclerc J. Le multilinguisme: un phénomène universel, 2002 [citado 21 de mayo 2008]. Disponible en: http://www.tlfq.ulaval.ca/axl/Langues/3cohabitation_phenom-universel.htm.
3. Grosjean F. Life with two languages. An introduction to bilingualism. Cambridge: Harvard University Press; 1982.
4. Pitres JA. Etude sur l'aphasie chez les polyglottes. Rev Méd. 1895;15:873–99. Traducido en: Paradis M, editor. Readings on aphasia in bilinguals and polyglots. Montreal: Marcel-Didier; 1983. p. 26–49.
5. Paradis M. Bilingualism and aphasia. In: Whitaker H, Whitaker HA, editors. Studies in Neurolinguistics, 3. New York: Academic Press; 1977. p. 65–121.
6. Paradis M. Bilingual and polyglot aphasia. In: Boller F, Grafman J, editors. Handbook of Neuropsychology, 2. New York: Elsevier Science Publishers; 1989. p. 117–40.
7. Fabbro F. The neurolinguistics of bilingualism. Hove: Psychology Press; 1999.
8. Ribot T. Les maladies de la mémoire. 2.^a ed. Paris: G. Baillièr; 1881. Traducido en: Rubio R. Las enfermedades de la memoria. Madrid: Daniel Jorro; 1927.
9. Pötzl O. Über die parietal bedingte Aphasie und ihren Einfluss auf das Sprechen mehrerer Sprachen. Z Gesamte Neurol Psychiatr. 1925;96:100–24. Traducido en: Paradis M, editor. Readings on aphasia in bilinguals and polyglots. Montreal: Marcel-Didier; 1983. p. 176–98.
10. Minkowski M. Sur un cas d'aphasie chez un polyglotte. Rev Neurol (Paris). 1928;49:361–6. Traducido en: Paradis M, editor. Readings on aphasia in bilinguals and polyglots. Montreal: Marcel-Didier; 1983. p. 274–9.
11. Lambert WE, Fillenbaum S. A pilot study of aphasia among bilinguals. Can J Psychol. 1959;13:28–34.
12. Raport RL, Tan CT, Whitaker HA. Language function and dysfunction among Chinese and English speaking polyglots: Cortical stimulation. Wada testing, and clinical studies. Brain Lang. 1983;18:342–66.
13. Ovcharova P, Raichev R, Geleva T. Afaziia u Poligloti. Nevrol Psichiatr Nevrokhir. 1968;7:183–90. Traducido en: Paradis M, editor. Readings on aphasia in bilinguals and polyglots. Montreal: Marcel-Didier; 1983. p. 744–52.
14. Ojemann GA, Whitaker HA. The bilingual brain. Arch Neurol. 1978;35:409–12.
15. Berthier ML, Starkstein SE, Lylyk P, Leiguarda R. Differential recovery of languages in a bilingual patient: a case study using selective Amytal test. Brain Lang. 1990;38:449–53.
16. Gomez-Tortosa E, Martin EM, Gaviria M, Charbel F, Ausman JL. Selective deficit of one language in a bilingual patient following surgery in the left perisylvian area. Brain Lang. 1995;48: 320–5.
17. Ojemann GA. Brain organization for language from the perspective of electrical stimulation mapping. Behav Brain Sci. 1983;6:189–230.
18. Lucas TH, McKhann GM, Ojemann GA. Functional separation of languages in the bilingual brain. J Neurosurg. 2004;101:449–57.
19. Zatorre RJ. On the representation of multiple languages in the brain: old problems and new directions. Brain Lang. 1989;36:127–47.
20. Paradis M. Multilingualism and Aphasia. In: Blanken G, Dittmann J, Grimm H, Marshall JC, Wallesch CW, editors. Linguistic disorders and pathologies: an international handbook. Berlin: Walter de Gruyter; 1993. p. 278–88.
21. Paradis M. Selective deficit in one language is not a demonstration of different anatomical representation: Comments on Gomez-Tortosa et al (1995). Brain Lang. 1996;54:170–3.
22. Fabbro F. The bilingual brain: Cerebral representation of languages. Brain Lang. 2001;79:211–22.
23. Paradis M. Differential recovery of languages in a bilingual patient following selective amytal injection: a comment on Berthier et al (1990). Brain Lang. 1990;39:469–70.
24. Gomez-Tortosa E, Martin EM, Gaviria M, Charbel F, Ausman JL. Selective deficit of one language in a bilingual patient: replies to Paradis and Hines. Brain Lang. 1996;54:174–5.
25. Klein D, Milner B, Zatorre RJ, Meyer E, Evans AC. The neural substrates underlying word generation: a bilingual functional-imaging study. Proc Natl Acad Sci U S A. 1995;92: 2889–903.
26. Chee MWL, Tan EWL, Thiel T. Mandarin and English single word processing studied with functional magnetic resonance imaging. J Neurosci. 1999;19:3050–6.
27. Klein D, Milner B, Zatorre RJ, Zhao V, Nikelski J. Cerebral organization in bilinguals: a PET study of Chinese-English verb generation. Neuroreport. 1999;10:2841–6.
28. Hernandez AE, Martinez A, Kohnert K. In search of the language switch: an fMRI study of picture naming in Spanish-English bilinguals. Brain Lang. 2000;73:421–31.
29. De Bleser R, Dupont P, Postler J, Bormans G, Speelman D, Mortelmans L, et al. The organisation of the bilingual lexicon: a PET study. J Neurolinguistics. 2003;16:439–56.
30. Perani D, Abutalebi J, Paulesu E, Brambati S, Scifo P, Cappa SF, et al. The role of age of acquisition and language usage in early, high-proficient bilinguals: an fMRI study during verbal fluency. Hum Brain Mapp. 2003;19:170–82.
31. Perani D, Paulesu E, Galles NS, Dupoux E, Dehaene S, Bettinardi V, et al. The bilingual brain. Proficiency and age of acquisition of the second language. Brain. 1998;121:1841–52.
32. Chee MW, Caplan D, Soon CS, Sriram N, Tan EW, Thiel T, et al. Processing of visually presented sentences in Mandarin and English studied with fMRI. Neuron. 1999;23:127–37.

33. Chee MW, Hon N, Lee HL, Soon CS. Relative language proficiency modulates BOLD signal change when bilinguals perform semantic judgments. *Blood oxygen level dependent. Neuroimage.* 2001;13:1155–63.
34. Pillai JJ, Araque JM, Allison JD, Sethuraman S, Loring DW, Thiruvaiyaru D, et al. Functional MRI study of semantic and phonological language processing in bilingual subjects: preliminary findings. *Neuroimage.* 2003;19:565–76.
35. Tatsuno Y, Sakai KL. Language-related activations in the left pre-frontal regions are differentially modulated by age, proficiency, and task demands. *J Neurosci.* 2005;25:1637–44.
36. Yokoyama S, Okamoto H, Miyamoto T, Yoshimoto K, Kim J, Iwata K, et al. Cortical activation in the processing of passive sentences in L1 and L2: an fMRI study. *Neuroimage.* 2006;30: 570–9.
37. Perani D, Abutalebi J. The neural basis of first and second language processing. *Curr Opin Neurobiol.* 2005;15:202–6.
38. Abutalebi J. Neural aspects of second language representation and language control. *Acta Psychol (Amst).* 2008;128:466–78.
39. Ertl J, Schafer EW. Brain response correlates of psychometric intelligence. *Nature.* 1969;223:421–2.
40. Gloning I, Gloning K. Aphasien bei polygotten. Beitrag zur dynamik des sprachabbaus sowie zu lokalisationsfrage dieser störungen. *Weiner Zeitschrift für Nervenheilkunde.* 1965; 22:362–97. Traducido en: Paradis M, editor. *Readings on aphasia in bilinguals and polyglots.* Montreal: Marcel Didier; 1983. p. 681–716.
41. Stengel E, Zelmanowicz J. Über polyglotte motorische aphasie. *Z Gesamte Neurol Psychiatr.* 1933;149:292–311. Traducido en: Paradis M, editor. *Readings on aphasia in bilinguals and polyglots.* Montreal: Marcel Didier; 1983. p. 356–75.
42. Fabbro F, Skrap M, Aglioti S. Pathological switching between languages after frontal lesions in a bilingual patient. *J Neurol Neurosurg Psychiatry.* 2000;68:650–2.
43. Holtzheimer P, Fawaz W, Wilson C, Avery D. Repetitive transcranial magnetic stimulation may induce language switching in bilingual patients. *Brain Lang.* 2005;94:274–7.
44. Kho KH, Duffau H, Gatignol P, Leijten FS, Ramsey NF, Van Rijen PC, et al. Involuntary language switching in two bilingual patients during the Wada test and intraoperative electrocortical stimulation. *Brain Lang.* 2007;101:31–7.
45. Aglioti S, Fabbro F. Paradoxical selective recovery in a bilingual aphasic following subcortical lesion. *Neuroreport.* 1993;4:1359–62.
46. Aglioti S, Beltramello A, Girardi F, Fabbro F. Neurolinguistic and follow-up study of an unusual pattern of recovery from bilingual subcortical aphasia. *Brain.* 1996;119:1551–64.
47. Abutalebi J, Miozzo A, Cappa SF. Do subcortical structures control “language selection” in polyglots? Evidence from pathological language mixing. *Neurocase.* 2000;6:51–6.
48. Cummings JL. Frontal-subcortical circuits and human behavior. *Arch Neurol.* 1993;50:873–80.
49. Abutalebi J, Green D. Bilingual language production: the neurocognition of language representation and control. *J Neurolinguistics.* 2007;20:242–75.
50. Paradis M. Declarative and procedural determinants of second languages. *Language and communication in multilinguals.* Amsterdam/Philadelphia: John Benjamins Publishing Company; 2009.
51. Gorlitzer von Mundy V. Ein 94jähriger mit einem deutschen Sprachzentrum und mit wahrscheinlich 2 slowenischen Sprachzentren. *Wien Med Wochenschr.* 1959;109:358. Traducido en: Paradis M, editor. *Readings on aphasia in bilinguals and polyglots.* Montreal: Marcel Didier; 1983. p. 624–5.
52. Albert ML, Obler K. *The bilingual Brain.* New York: Academic Press; 1978.
53. Hull R, Vaid J. Bilingual language lateralization: a meta-analytic tale of two hemispheres. *Neuropsychologia.* 2007;45:1987–2008.
54. Perani D, Dehaene S, Grassi F, Cohen L, Cappa SF, Dupoux E, et al. Brain processing of native and foreign languages. *Neuroreport.* 1996;7:2439–44.
55. Dehaene S, Dupoux E, Mehler J, Cohen L, Paulesu E, Perani D, et al. Anatomical variability in the cortical representation of first and second language. *Neuroreport.* 1997;8:3809–15.
56. Paradis M. Language lateralization in bilinguals: Enough already! *Brain Lang.* 1990;39:576–86.
57. Paradis M. The Loch Ness Monster approach to bilingual language lateralization: a response to Berquier and Ashton. *Brain Lang.* 1992;43:534–7.
58. Paradis M. Another sighting on differential language laterality in multilinguals, this time in Lok Tok Pising: comments on Wuellemin, Richardson, and Lynch (1994). *Brain Lang.* 1995;49:173–86.
59. Paradis M. The bilingual Loch Ness Monster raises its non-asymmetric head again—or, why bother with such cumbersome notions as validity and reliability? Comments on Evans et al (2002). *Brain Lang.* 2003;87:441–8.
60. Paradis M. Bilingual laterality: unfounded claim of validity. A comment on Hull and Vaid (2007). *Neuropsychologia.* 2008;46:1588–90.
61. Chary P. Aphasia in a multilingual society: a preliminary study. In: Vaid J, editor. *Language processing in bilinguals: psycholinguistic and neuropsychological perspectives.* Hillsdale: Erlbaum; 1986. p. 183–97.
62. Karanth P, Rangamani GN. Crossed aphasia in multilinguals. *Brain Lang.* 1988;34:169–80.
63. Solin D. The systematic misrepresentation of bilingual crossed aphasia data and its consequences. *Brain Lang.* 1989;36:92–116.
64. Paradis M. A neurolinguistic theory of bilingualism. Amsterdam: John Benjamins; 2004.
65. Paradis M. Neurolinguistic aspects of implicit and explicit memory: implications for bilingualism and SLA. In: Ellis NC, editor. *Implicit and explicit learning of languages.* London: Academic Press; 1994. p. 393–418.
66. Paradis M. Language and communication disorders in multilinguals. In: Stemmer B, Whitaker HA, editors. *Handbook of the neuroscience of language.* Amsterdam: Elsevier Science; 2008. p. 341–9.
67. Ku A, Lachmann EA, Nagler W. Selective language aphasia from herpes simplex encephalitis. *Pediatr Neurol.* 1996;15:169–71.
68. García-Caballero A, García-Lado I, González-Hermida J, Area R, Recimil MJ, Juncos Rabadán O, et al. Paradoxical recovery in a bilingual patient with aphasia after right capsuloputaminal infarction. *J Neurol Neurosurg Psychiatry.* 2007;78:89–91.
69. Paradis M. Aspects of bilingual aphasia. Oxford: Pergamon; 1995.