

Psicolingüística del bilingüismo: diversos enfoques



Compiladoras

Alina María Signoret Dorcasberro
Alma Luz Rodríguez Lázaro
Rosa Esther Delgadillo Macías
María de la Luz Elena Jiménez Lara



La presente obra está bajo una licencia de:
<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/deed.es>



Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional (CC BY-NC-SA 4.0)

This is a human-readable summary of (and not a substitute for) the [license](#). [Advertencia](#).

Usted es libre de:

Compartir — copiar y redistribuir el material en cualquier medio o formato

Adaptar — remezclar, transformar y construir a partir del material

La licenciente no puede revocar estas libertades en tanto usted siga los términos de la licencia

Bajo los siguientes términos:



Atribución — Usted debe dar [crédito de manera adecuada](#), brindar un enlace a la licencia, e [indicar si se han realizado cambios](#). Puede hacerlo en cualquier forma razonable, pero no de forma tal que sugiera que usted o su uso tienen el apoyo de la licenciente.



NoComercial — Usted no puede hacer uso del material con [propósitos comerciales](#).



CompartirIgual — Si remezcla, transforma o crea a partir del material, debe distribuir su contribución bajo la [misma licencia](#) del original.

Esto es un resumen fácilmente legible del:
texto legal ([de la licencia completa](#))

En los casos que sea usada la presente obra, deben respetarse los términos especificados en esta licencia.



La imagenología por resonancia magnética funcional (IRMf) y su aplicación en la lingüística aplicada

Alma Luz Rodríguez Lázaro
Centro de Enseñanza de Lenguas Extranjeras
Universidad Nacional Autónoma de México
almaluzrl@cele.unam.mx

RESUMEN

Recientemente el uso de la resonancia magnética funcional (IRMf) ha sido una herramienta en los estudios que investigan los procesos cerebrales del lenguaje. En este artículo se explica la forma en que trabaja la RMf de acuerdo con las diferentes aplicaciones metodológicas en humanos. Por otro lado, esta revisión demuestra la forma en que la lingüística aplicada y la IRMf nos pueden ayudar a comprender los procesos del lenguaje, así como los trastornos relacionados con los bilingües o multilingües. El propósito de este trabajo es apoyar la idea de que los estudios de lenguaje involucran diferentes aproximaciones para entender la forma en que el cerebro y el lenguaje trabajan.

Palabras clave: lenguaje, resonancia magnética funcional, lingüística aplicada, bilingüismo.

ABSTRACT

Recently functional magnetic resonance imaging or functional (fMRI) has become an important tool for the research of the cerebral processes related to language. In this paper the way the fMRI works is explained with reference to other methodologies such as MEG and PET. This review also explains the way Applied Linguistics and fMRI can help us to understand language processing and its impairment in bilingual and multilingual subjects. The purpose of this article is to reinforce the idea that language studies can benefit from the use of different procedures to understand the way brain and language work.

Key words: language, functional magnetic resonance, applied linguistics, bilingualism.

Introducción

Este trabajo es una revisión general sobre cómo la lingüística aplicada puede acercarse al estudio de los procesos cognitivos del habla y adquisición de segundas lenguas (L2) con base en un enfoque de investigación apoyado por estudios realizados dentro de las disciplinas relacionadas con las neurociencias. Actualmente, estos procesos se pueden estudiar con herramientas como la resonancia magnética funcional, la cual se describirá más adelante. También se presentará la importancia de los estudios de caso en personas que han sufrido alguna enfermedad o padecimiento cerebral; los cuales han guiado las teorías actuales sobre la localización de áreas cerebrales y sus respectivas funciones para la ejecución del lenguaje como se verá más adelante.

En primer lugar, es pertinente mencionar cómo es que se ha desarrollado el interés por el estudio del cerebro humano. Los primeros intentos por tratar de describir el procesamiento cerebral fueron meramente explicaciones o atribuciones a aspectos relacionados con el humor de una persona. Sin embargo, en su momento estos estudios ya planteaban una especialización de funciones, es decir, ciertas partes del cerebro se encargaban de hacer “algo” en particular. Por ejemplo, la *frenología*, encabezada por Joseph Gall a principios del siglo XIX, proponía que el cerebro estaba dividido en aproximadamente 35 regiones específicas. Éstas abarcaban desde funciones básicas como el lenguaje y la percepción de colores, hasta funciones tan especializadas como la región encargada del pensamiento filosófico, la esperanza, el pensamiento espiritual y la autoestima. Poco a poco conforme iban sucediéndose los avances en medicina, se fueron mejorando las técnicas para analizar los cerebros de personas con daños cerebrales. Un ejemplo clásico es el de Paul Broca, quien presentó el caso de un paciente apodado "Tan" (debido a su incapacidad de pronunciar ninguna otra palabra que no fuese *tan*). Una vez fallecido su paciente, examinó su cerebro y se dio cuenta de que tenía una lesión en el lóbulo frontal izquierdo, lo que le permitió descubrir que esta zona tiene como función primordial la producción motora del habla. A esta zona del cerebro más tarde se le denominaría área de Broca. Poco tiempo después, Karl Wernicke reportó un

paciente que podía hablar libremente pero sin sentido y era incapaz de entender el lenguaje escrito y oral. Este paciente tenía una lesión en la región más posterior del hemisferio izquierdo, en una zona donde el lóbulo frontal y temporal se unen. Actualmente dicha región cerebral se conoce como área de Wernicke, zona relevante para comprender el significado del lenguaje hablado o escrito. Un último ejemplo relevante para la caracterización de problemas lingüísticos fueron las aportaciones del neuropsicólogo ruso Alexander Luria, quien realizó observaciones a pacientes con problemas del habla (actualmente conocido como *afasias*). Este reconocido neuropsicólogo describió todo lo relacionado con la tarea que ejecutaban los pacientes como dibujos, repetición y memorización de listas, escritura de narraciones, etcétera. Después, cuando estas personas fallecían, estudiaba su cerebro para conocer las regiones cerebrales dañadas y así poder correlacionar la información recabada por la observación con las funciones de las regiones cerebrales dañadas, de este modo podría proponer la rehabilitación adecuada a cada paciente (Gazzaniga, Ivry & Mangun, 2002).

Con estas investigaciones, el estudio del cerebro se encaminaba a destacar la importancia de la corteza cerebral dentro de ciertas funciones del lenguaje. En la actualidad, gracias a los diferentes estudios que se realizan en pacientes con alguna enfermedad, padecimientos y/o accidentes en el cerebro, y por medio de la aplicación de nuevas técnicas, es posible localizar las estructuras y áreas cerebrales encargadas de ciertos procesos cognitivos. La siguiente sección se referirá a estudios relacionados que conciernen a la lingüística aplicada, en específico, sobre cómo se representan las lenguas en el cerebro.

El estudio de las representaciones cerebrales de las lenguas

Fabbro (2001) menciona que el interés por saber cuáles áreas cerebrales son las encargadas del procesamiento del bilingüismo surge por las investigaciones de Scoresby-Jackson en 1867. Este autor propuso que los tejidos adyacentes al área de Broca eran los responsables de la lengua materna y de otros idiomas. A partir de esta proposición comenzaron los estudios en pacientes bilingües con afasia para poder conocer su procesamiento lingüístico. Por otro lado, Pitres en 1895 (Fabbro, 2003) notó que este tipo de pacientes podían recuperar progresivamente una lengua en corto tiempo, lo que significaba que el trastorno provocado por la lesión no causaba la pérdida de la lengua, sólo era

parcialmente inaccesible. En 1927, Minkowsky (Fabbro, 2003) apoyaba la teoría de Pitres, pues proponía que se deben tomar en cuenta los procesos interactivos en módulos y no en regiones anatómicas por separado, ya que sus observaciones con este tipo de pacientes coincidían. Hoy en día esta propuesta es la más convincente, pues sugiere que cuando una lengua no está disponible, no es porque los sustratos neuronales se hayan destruido, sino más bien que el sistema que facilitaba el procesamiento de cierta lengua se ha debilitado.

Se puede decir que por estas inquietudes, ahora sabemos que los pacientes políglotas o bilingües padecen de déficits como mezclar elementos lingüísticos en varias lenguas sin darse cuenta de que quien los escucha no los entiende; o que padecen de trastornos de traducción. Fabbro (2003) refiere que se han identificado cuatro patologías respecto con estos últimos trastornos. La primera, *incapacidad para traducir*, afecta la dirección de la traducción de la lengua materna (L1) a la segunda lengua (L2), y viceversa. La segunda, *traducción espontánea*, es una necesidad compulsiva de traducir todo lo que pueda. En tercer lugar, la *traducción sin comprensión*, se identifica porque el paciente no comprende las órdenes que se le dan, pero puede traducir correctamente las oraciones producidas por un interlocutor para expresar estas órdenes. En último lugar, la *traducción paradójica*, que ocurre cuando un paciente puede traducir sólo en la lengua que no puede hablar espontáneamente, y no al contrario.

Respecto con la lingüística aplicada, Fabbro y Paradis (Fabbro, 2003) postulan que cuando una L2 se aprende formalmente y es utilizada con frecuencia en un ambiente escolar, existe una mayor actividad de esa lengua en la corteza cerebral en comparación con la L1, mientras que si se adquiere informalmente, como pasa con la L1, se involucran más las estructuras subcorticales como el ganglio basal y el cerebelo. Estas diferencias pueden explicarse porque existen más procesos y estrategias que ayudan a la adquisición de una L2, que aquellos empleados en la lengua materna, como los de la memoria.

Con esto nace la necesidad de conocer las diferencias en los procesos a nivel neurocognitivo del lenguaje. Afortunadamente tenemos muchas herramientas que nos pueden auxiliar, como los registros de la resonancia magnética funcional (RMNf), o la tomografía por emisión de positrones (PET, por sus siglas en inglés), que nos revelan lo que sucede en el cerebro cuando se presenta un estímulo o *input* a una persona; por ejemplo, cuando tiene que reconocer alguna palabra, ya sea semántica o fonológicamente. A continuación se describirá brevemente el origen y desarrollo de estas técnicas.

La técnica de TEP surgió por el interés de investigadores como Angelo Mosso (Gazzaniga *et al.*, 2002) que estudió pacientes con daños en el cráneo. Encontró que las pulsaciones de la corteza cerebral aumentaban regionalmente durante la actividad mental. Con este trabajo, Mosso estableció la correlación entre el flujo sanguíneo y la actividad neuronal. Sin embargo, después de la Segunda Guerra Mundial fue cuando se empezaron a realizar estudios basados en este método. El ejemplo más claro de estas investigaciones ha sido el de los investigadores escandinavos David Ingvar y Neils Lassen (Gazzaniga *et al.*, 2002), que desarrollaron un casco con *contadores de centelleo* (*scintillation counters*), el cual rodeaba toda la cabeza y proporcionaba medidas crudas regionales del cambio del flujo sanguíneo durante los procesos cerebrales. Esta técnica permitió el desarrollo del PET.

La PET es un estudio donde el sujeto requiere de una inyección de radiofarmacéuticos (ejemplo, $H_2^{15}O$) de vida corta (ejemplo: 123 segundos) para que el flujo sanguíneo pueda medirse rápidamente —en menos de 1 minuto— y para que puedan realizarse mediciones varias veces en una misma sesión. De este modo, los radiofarmacéuticos permitirán encontrar el área activa del cerebro en determinado proceso; por ejemplo, si estudiamos un proceso de comprensión de lenguaje, se iluminará el área posterior del lóbulo frontal en el hemisferio izquierdo y el lóbulo occipital, debido a la estimulación visual de la lectura.

Esta última herramienta dio pauta a muchas investigaciones en los años posteriores, pero además surgiría otro instrumento igual de importante, la IRMnf, la cual se describirá a continuación.

La resonancia magnética funcional (RMnf)

Esta técnica de investigación de la actividad cerebral se basa en un principio físico-químico: el comportamiento de los átomos de hidrógeno o protones en un campo magnético. Antes de esta herramienta sólo se contaba con imágenes de la anatomía del cerebro o imágenes estructurales. Después, otros investigadores como Seiji Ogawa y sus colaboradores (Gazzaniga *et al.*, 2002) descubrieron que por medio de la cantidad de oxígeno que es transportada por la hemoglobina, ésta cambia a tal grado que interrumpe la señal perceptible en un campo magnético. A ésta se le conoce como la intensidad

de la señal (BOLD, del inglés *Blood Oxigenation Level-Dependent*) y es la base para la mayoría de los estudios de imagenología cerebral, ya que el conjunto del hematocito (que se encuentra en la hemoglobina), el volumen sanguíneo y el estado de oxigenación se modifica cuando la activación cerebral produce un cambio neuronal (Ávila, Barrós-Loscertales, Parcet-Ibars, Belloch-Ugarte, Campos-Hernandez, Feliu-Tatay & González-Darder, 2003). En la figura 1 se puede apreciar la forma en que una persona es sometida a un estudio con RMNf.

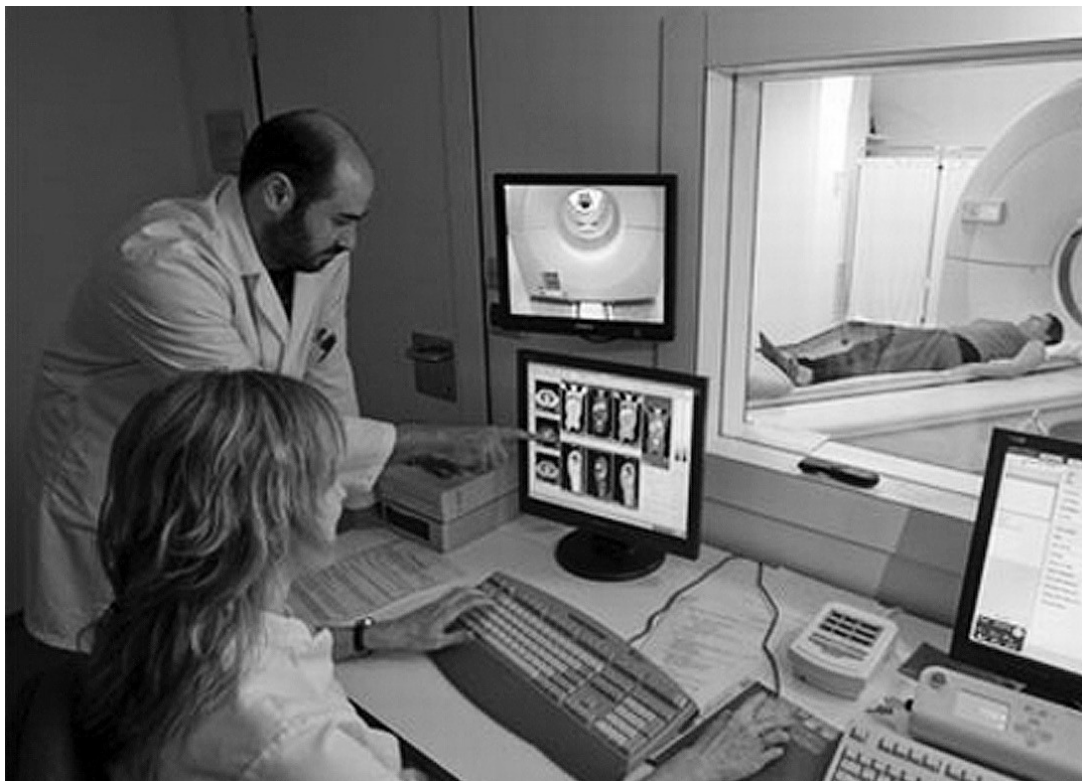


Figura 1. *Ejemplo de un laboratorio con resonador con el cual se obtienen las RMNf*
Fuente: Tomado de http://www.resonancia-magnetica.com/wp-content/uploads/2011/06/resonancia_magnetica_estudio.jpg
(consultado el 28 de enero de 2014).

Diseños de resonancia magnética

El protocolo que generalmente se utiliza para mantener la señal que se obtiene del cerebro debe tener una duración de tiempo suficiente para así obtener una medida fiable. Este tipo de medición se denomina *diseño de bloque*; éste debe tener dos tipos de tareas que se denominan de *activación* y de *control*, de tal forma que la tarea de control actúa como línea base de la activación. Cada tarea debe tener el mismo tiempo de duración (por ejemplo, 30 segundos) y adquirir seis u ocho estimulaciones (Ávila & *et al.*, 2003).

Otro tipo de diseños son aquellos de activación asociada a potenciales evocados, los cuales tienen que presentarse cada 15-20 segundos y promediarse los cambios en la respuesta BOLD asociados a dichos potenciales. Tras 20-40 estímulos, la zona que sistemáticamente se activará durante la presentación de estímulos será la encargada de controlar la respuesta a ese estímulo.

Ejecución de los protocolos de lenguaje

Para que un estudio con RMnf sea exitoso, el investigador tiene que describir previamente la tarea que realizará la persona que se observará. El investigador debe preparar muy bien a esta persona para que practique lo que tendrá que hacer dentro del resonador; por ejemplo, en caso de tener que realizar una tarea de discriminación léxica o visual. La finalidad de esto es evitar errores en la sesión de resonancia y asegurar que la persona entendió lo que debe realizar y sea capaz de efectuar dicha tarea con éxito. En la figura 2 se puede apreciar un ejemplo de una tarea de discriminación lingüística entre vocales y consonantes con el fin de determinar cuánto se tarda la persona en identificar las letras que componen su nombre (*Víctor*). A su vez, en la RMnf se verán iluminadas las zonas del cerebro que procesan esta información. Para estos estudios, Ávila *et al.* (2003) recomiendan que se realicen protocolos con pacientes que tienen lesiones en el lóbulo frontal, parietal y temporal. Las lesiones frontales nos indicarán la localización del lenguaje expresivo en la región de Broca (área de Brodman; BA 44) y circundantes. En las temporales y parietales se puede determinar la lateralización y localización de áreas perisilvianas del lenguaje receptivo (área de Wernicke; BA 22).

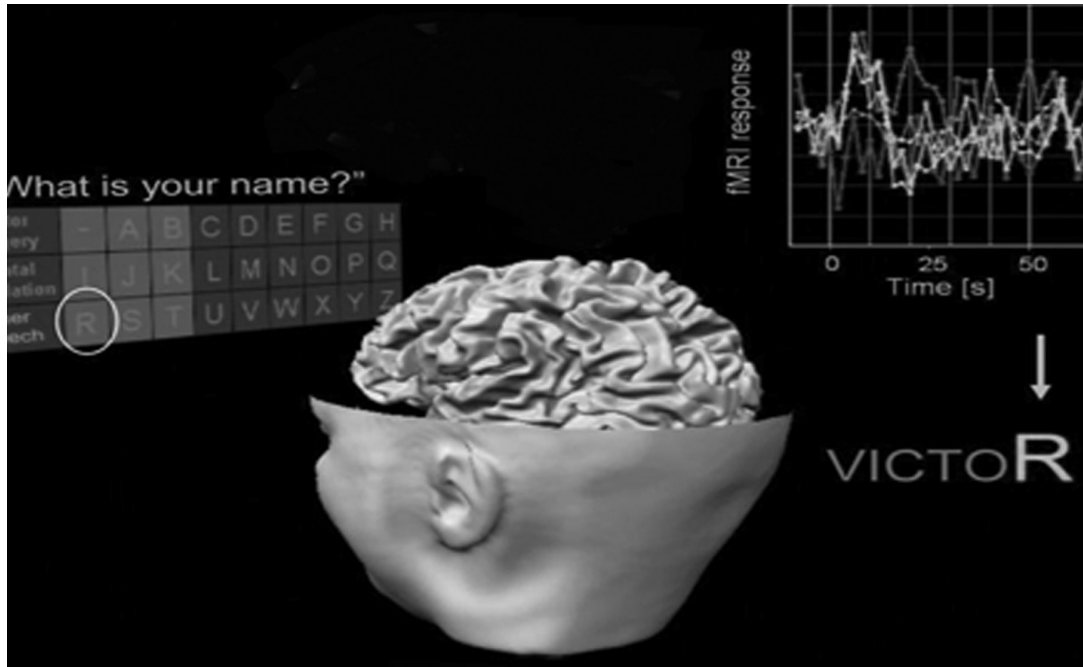


Figura 2. Ejemplo de un estudio con *fMRI*

En éste el participante, por medio de la pantalla que se encuentra dentro del resonador, tiene que completar su nombre con ayuda de un abecedario. Así, seleccionará visualmente cada letra de su nombre sin producir ningún sonido o movimiento. En tanto, se van capturando las imágenes del cerebro, así como el tiempo en que realiza dichas acciones. Éstas pueden verse promediadas en la gráfica superior derecha. Fuente: Tomado de <http://www.noticiasinteresantes.info/como-leer-la-mente-de-personas-que-no-pueden-comunicarse.html> (consultado el 29 de enero de 2014).

Se debe tomar en cuenta que en este tipo de estudios existen factores que pueden producir movimiento y provocar que la señal no salga “limpia y clara”, lo que representa una limitación para que se realicen estudios de producción oral. Es por esta razón que estos protocolos son aplicados en silencio, pues las tareas deben realizarse mentalmente, tal y como se puede apreciar en la figura 2, donde se pide el reconocimiento y la discriminación sin la generación de sonidos. En particular, los protocolos para el lenguaje expresivo han resultado ser efectivos para determinar la lateralización del lenguaje en funciones como la generación de verbos, en las de decisión semántica y, sobre todo, las que lo hacen en la fluencia verbal. Un ejemplo para la generación de verbos es el que aplicó en 1998 Petersen y colaboradores (en Ávila *et al.*, 2003), en el cual se tienen que buscar verbos relacionados semánticamente, y los verbos iniciales son presentados por un estímulo visual o auditivo (coche, respuesta: conducir).

Respecto de los estudios de lenguaje receptivo todavía no se tiene muy claro el tipo de protocolo que debe seguirse. Algunos investigadores han tratado de realizar estos estudios por medio de estímulos auditivos que incluyan un texto incompleto, ya sea en L1 o en L2; lo que el sujeto debe realizar es completarlo de forma silente. Pero, como ya se mencionó, este tipo de estudios no han arrojado datos suficientes y consistentes en su aplicación (Ávila *et al.*, 2003).

Aplicaciones de la RMNf en la lingüística aplicada

Podemos decir que uno de los estudios clásicos que emplea la resonancia magnética funcional es el de Binder, Frost, Hammeke, Cox, Rao y Prieto (1997), el cual proporcionó las primeras imágenes sobre la localización de las áreas cerebrales encargadas del lenguaje. Su principal objetivo fue obtener un promedio de la activación del proceso del lenguaje con procesos fonológicos y semánticos. Su metodología fue la siguiente: analizaron a 30 sujetos adultos (15 hombres y 15 mujeres) con edades entre 18 a 29 años, diestros (aplicando el Edinburgh Handedness Inventory para ratificar las preferencias de lateralización); los estímulos para conocer los procesos fonológicos y semánticos en los sujetos fueron tonos —para alertar al sujeto antes de que apareciera la palabra— y la grabación de una voz masculina —que decía las palabras por recordar—; los sujetos tenían que presionar un botón para contestar si el animal presentando por la grabación o en el monitor de la cámara de RMNf era de Estados Unidos de América, y presionarlo una segunda vez para decir si ese animal es usado por los humanos.

Los principales resultados fueron los siguientes: se detectó que la mayor activación sucedió en el hemisferio derecho frontal en la tarea fonética. Las áreas de mayor activación en la decisión semántica fueron el hemisferio izquierdo y en el cerebelo derecho. Estos datos sugieren que:

1. Aunque es importante el área de Wernicke para el procesamiento auditivo, no es el área primaria para que ocurra la comprensión del lenguaje.
2. La comprensión del lenguaje involucra regiones temporoparietales izquierdas fuera del área de Wernicke, así como el lóbulo frontal izquierdo.
3. Las áreas frontales involucradas en el lenguaje se extienden más allá del área de Broca, que incluye la corteza (cx) prefrontal lateral y media.

Como podemos ver, estos hallazgos pueden parecernos muy obvios, pero para el momento en que se empezaba a trabajar de esta forma con la resonancia magnética fueron muy alentadores e importantes porque, de cierta forma, ya se sabía que el cerebro trabajaba como un todo y no solamente en lugares específicos. Pero se necesitaba investigaciones con resultados de esta índole para tener claro este funcionamiento del cerebro y, sobre todo, para generar nuevas hipótesis de trabajo específicas sobre el lenguaje.

Debido a este tipo de resultados ha aumentado el interés por conocer las diferencias que existen entre las diferentes lenguas. Valaki, Maestu, Simos, Zhang, Fernandez, Amo, Ortiz y Papanicolaou (2004) se interesaron por esto y midieron por medio de RMNf las diferencias corticales sobre la organización de la recepción del lenguaje en chino, inglés y español. Podemos darnos cuenta de que existe un gran contraste entre estas lenguas; el rasgo en que ellos se apoyaron fue que el chino es una lengua tonal, esto es, un idioma que tiene muchas palabras formalmente similares y lo único que las distingue es la entonación que utilizan para diferenciar el significado de las palabras, al contrario del español o inglés, que sólo utilizan este fenómeno para remarcar lo que se está diciendo.

Su metodología fue la siguiente: tuvieron 30 nativo-hablantes del chino-mandarín (16 hombres y 14 mujeres, con promedio de edad de 30 años), 20 del español (10 hombres y 10 mujeres, con promedio de edad de 28 años) y 42 de inglés (21 hombres y 21 mujeres, con un promedio de edad de 31 años). Ningún participante padecía o tuvo desórdenes psiquiátricos, alteraciones, problemas auditivos o de aprendizaje. Todos eran diestros. El objetivo de los investigadores fue explicar y saber cómo es la organización receptiva del lenguaje.

La medición se realizó utilizando tres listas de 43 palabras en los tres idiomas; 33 eran las palabras objetivo y 10 servían como distractores. Estas listas se presentaban a los participantes antes de comenzar los estudios con RMNf y se les pedía que las recordaran para después reconocerlas en las tres listas. Los sujetos tenían que levantar el pulgar derecho cuando reconocieran estas palabras. Este procedimiento lo realizaron dos veces para cada sujeto.

Los principales resultados de esta investigación indicaron claramente diferencias entre los grupos; por ejemplo, en los de inglés y español hubo una mayor activación del hemisferio izquierdo, predominantemente en el área perisilviana; mientras que los nativo-hablantes chinos mostraron muy poca actividad en esta área. La clasificación en porcentajes de acuerdo con la activación del hemisferio izquierdo fue: 100% para el español, 80% (20% bilaterales) para in-

glés y 14% (7% dominantes del hemisferio derecho y 7% bilaterales) para chino. Estos resultados corroboran investigaciones anteriores, ya que no hubo diferencias significativas que correlacionen la estimulación inicial de la cx auditiva primaria con el área de Wernicke, sobre todo porque su activación era tardía. Esto se debe a las asimetrías hemisféricas en asociación con la actividad de la cx y a que éstas no pueden explicarse del todo por las diferencias de los hemisferios en la respuesta inicial hacia la palabra estímulo.

Un dato que vale la pena mencionar es que el grupo de chino mostró una duración superior al de inglés y de español de la actividad regional, aunque esta fuera bilateral. Esto nos indica que durante el procesamiento del chino-mandarín, la actividad en el hemisferio izquierdo fue más fuerte que en el hemisferio derecho, lo que sugiere una agrupación de una población neuronal muy grande alrededor del área de Wernicke. Al respecto, en 2001 Wise y colaboradores (citado por Valaki *et al.*, 2004) mencionaron que la cx temporoparietal que está junto a Wernicke también puede estar relacionada con la representación de las palabras habladas.

Por otra parte, Zatorre en 2001 (citado por Valaki *et al.*, 2004) encontró que los patrones del *pitch*, que incluye mucha información lingüística (tonos léxicos), son procesados predominantemente en el hemisferio izquierdo; mientras aquellos que tienen menos carga lingüística (tonos que muestren humor o de melodías) son procesados predominantemente en el hemisferio derecho. En ambos estudios los autores concluyeron que existe una organización diferente en los mecanismos cerebrales que involucran el reconocimiento de palabras habladas en chino.

Además, Rodríguez-Fornells, Rotte, Heinze, Nössel y Münte (2003) realizaron un estudio comparando la actividad cerebral entre el español y el catalán en sujetos bilingües y monolingües. Su objetivo era conocer la discriminación que hacían estos sujetos con pseudopalabras (por ejemplo, *sadsig*) y palabras en ambos idiomas. La muestra estaba compuesta por 14 sujetos de entre 18 a 31 años. Se les presentaron 324 palabras en español, 108 en catalán, 108 palabras y 108 pseudopalabras que servían de control. Los sujetos tenían que presionar un botón cuando se les presentaran palabras en una lengua e ignorar tanto las palabras del otro idioma como todas las pseudopalabras. Como resultados, encontraron que la actividad en la cx motora primaria izquierda, el lóbulo parietal inferior izquierdo y el cerebelo se iniciaba por las palabras en español. Esto también se observó por la respuesta motora de presionar el botón. Solamente los bilingües mostraron una activación del área frontal inferior

posterior en respuesta al estímulo de las palabras en español. Esta región es crítica para la lectura de las pseudopalabras, el procesamiento fonológico y el ensayo de subvocales y fue activada en mayor extensión para las palabras en catalán y las pseudopalabras.

Encontraron también una gran activación en la región prefrontal anterior (BA 45/9) en los sujetos bilingües como respuesta a las palabras en catalán y pseudopalabras. Recientemente se ha encontrado que esta área es la encargada de la selección de información relevante y de resoluciones por interferencia. La conclusión al respecto es que los bilingües pueden lograr una ruta de acceso indirecto para llegar al lexicón cuando se trata de una lengua que no es objetivo (en este caso, reconocerla) para evitar interferencias. La ilustración de sus resultados se puede ver en la figura 3, la cual muestra las áreas cerebrales

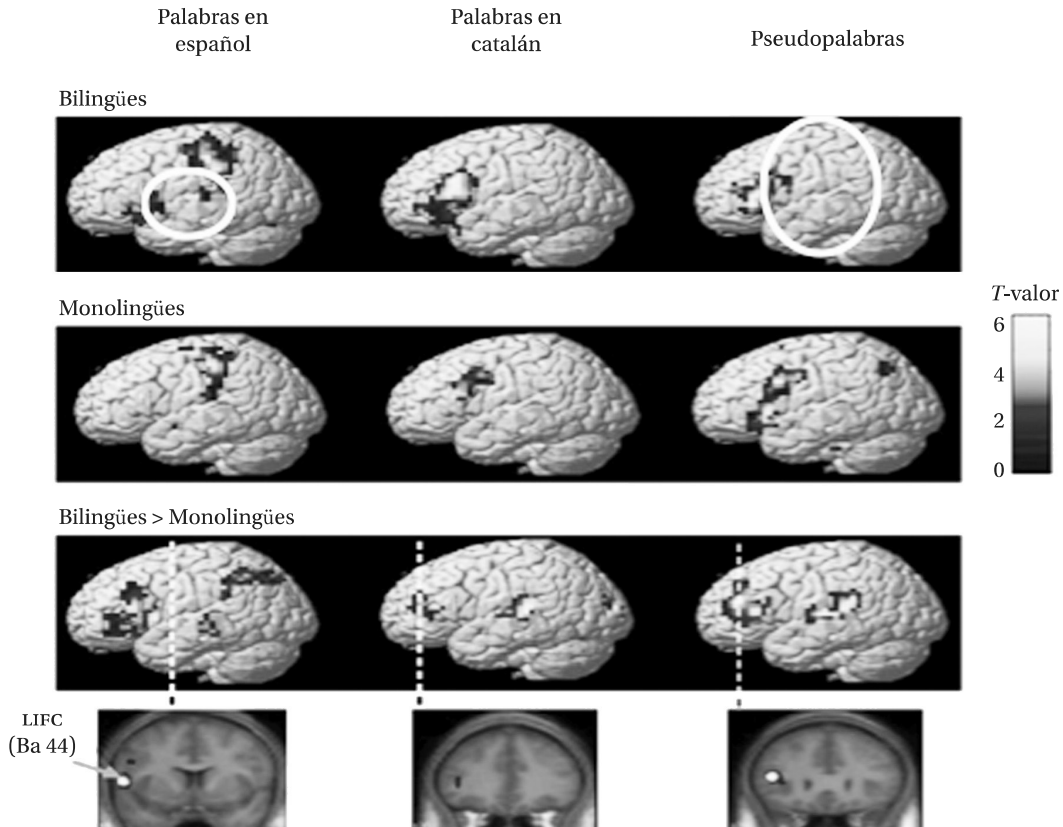


Figura 3. Actividad cerebral del español y el catalán en bilingües y monolingües. Las comparaciones entre los grupos de hablantes para las palabras en español mostraron diferencias en la corteza parietal posterior inferior izquierdo. En la condición de pseudopalabras se encontró un pico de actividad en el giro medio frontal.

Fuente: Rodríguez-Fornells *et al.*, 2003.

que presentaron activación durante la ejecución de las tareas. Por medio de las marcas se pueden apreciar las principales diferencias entre las áreas activadas de bilingües y monolingües.

Por otro lado, un estudio muy interesante sobre la adquisición del lenguaje en bilingües es el de Perani, Abutalebi, Paulesu, Brambati, Scifo, Cappa y Fazio (2003). La muestra consistió en 11 sujetos masculinos con un rango de edad de 20-27 años, de una sociedad bilingüe (catalán y español). Todos los sujetos habían adquirido la segunda lengua después de los tres años (ya sea catalán o español). Se les pedía a los sujetos que dijeran tantas palabras como les fuera posible en 30 segundos, sin articulación, y sólo de aquellas letras presentadas en el monitor de la RMnf. Si encontraban problemas al intentar mencionar más palabras tenían que pensar en la letra del abecedario que le seguía y realizar el mismo procedimiento.

Lo que encontraron fueron diferencias en la actividad de la cx frontal izquierda durante esta prueba de fluencia verbal. Además, esta área tuvo menos actividad en el caso de la L2, lo que se asocia a la exposición o uso de la segunda lengua; es decir, entre más se usa la L1 o L2, la activación cerebral era mayor en esta región. Este trabajo demuestra que no solamente la edad es un factor importante de adquisición de una lengua, sino también la exposición y el uso de ésta. También se observa en la investigación que dicha región del cerebro es la encargada de realizar todo el procesamiento de generación de palabras en una lengua, incluyendo también el proceso de la memoria. Otra conclusión a la que llegan es que cuanto más automática se convierta una tarea, gradualmente se volverá menos dependiente la región prefrontal izquierda para la realización de alguna actividad (como la motora, donde se encuentra la producción del lenguaje).

Podemos apreciar que este campo se ha vuelto tan extenso e interesante que permite conocer y reforzar teorías como las de Valaki y colaboradores (2004), en las que se demuestra la importancia y las diferencias de una lengua tonal frente a lenguas que no tienen estas características fonéticas tan marcadas, como el español. Cabe mencionar que este estudio se hizo con nativo-hablantes de España, así que hay que considerar este factor para no realizar generalizaciones con las diferentes variantes del español en América Latina. Del mismo modo, para esta investigación el inglés se estudió con nativo-hablantes de Estados Unidos de América y en este mismo país se recurrió a los nativo-hablantes de chino. Sin embargo, es una gran aportación mostrar las áreas que parecen estar involucradas en este procesamiento de producción oral en lenguas tonales.

O como el caso de Perani y colaboradores (2003), cuyos datos aportan bases para sostener la hipótesis sobre la importancia de exposición y uso de una L2 en su etapa de adquisición. Es importante recalcar que en estos estudios se tomó en cuenta la edad y el nivel de adquisición de los sujetos. A su vez, esto apoya la propuesta de Fabbro y Paradis (1995) sobre el aprendizaje de una L2, ya que si se aprende formalmente y se utiliza frecuentemente en un ambiente escolar, existe una mayor representación de esa lengua en la corteza cerebral en comparación con la L1, mientras que si se adquiere informalmente, como pasa con la L1, se involucran más las estructuras subcorticales.

Aquí se presentaron unas cuantas aportaciones de lo que se está estudiando en otros países respecto de la adquisición de lenguas y los procesos cerebrales que ayudan a que una persona detecte una palabra escrita en su L2, por mencionar un ejemplo.

Conclusiones

La importancia de investigaciones sobre los procesos cerebrales del lenguaje con ayuda de la RMNf radica en que dichos procesos son fundamentales para que podamos utilizar eficazmente el lenguaje y, a su vez, que podamos entender diferentes situaciones por las que atraviesan los hablantes bilingües para comprender la adquisición o desarrollo en las lenguas que utilizan. Sin embargo, aún hace falta indagar más sobre lo que las diferencias marcan para los participantes de los estudios mencionados en este texto. De igual forma, se necesita determinar si es que los bilingües son más privilegiados a nivel cognitivo en comparación con los monolingües, como lo menciona Bialystok (2011) o, en su caso, precisar cuáles son las estrategias que rigen a estos dos tipos de hablantes. Una primera propuesta a lo anterior, la menciona Fabbro (2001), quien nos indica que el procesamiento de las funciones verbales está presente en un individuo bilingüe y también puede encontrarse en un hablante monolingüe; es decir, los bilingües cambian y mezclan lenguas, mientras los monolingües pueden parafrasear de un registro a otro. Esto sugiere que puede haber diferencias en las estrategias metalingüísticas de estos dos tipos de hablantes y no precisamente verse como una superioridad de los bilingües.

Por otro lado, estos trabajos nos brindan otro dato importante sobre la teoría del conexionismo que encuentra una gran aceptación por el hecho de que entre más conocimiento se tenga de una lengua, más extenso es el número de circuitos activados durante el procesamiento del idioma o de la especialización de

cada región cerebral ante la enunciación de, por ejemplo, un verbo (Pulvermüller, 2003). Por supuesto que estos estudios nos ofrecen múltiples líneas de investigación, pero también tienen sus restricciones. Algunos de los factores más relevantes que afectan el desempeño de las tareas descritas en los experimentos anteriores son: el que estos estudios se realizan en un contexto no natural, como lo es la cámara de la RMnf; que el sujeto del experimento sepa que está siendo estudiado y observado, lo que influye en su rendimiento durante la prueba; que el investigador no pueda realizar estudios de producción oral por la interferencia de los sonidos en el resonador, es decir, el que sólo se puedan realizar estudios de procesos receptivos visuales o auditivos. Inclusive, en estudios con PET se presenta otra desventaja en los sujetos de los experimentos, pues no se les puede inyectar una cantidad mayor de radiofarmacéuticos a la prevista en cada prueba. Una vez introducidos estos químicos, se debe esperar cierto tiempo para que tengan efecto en el estudio del PET y para que se irradie con el trabajo cerebral del sujeto en estudio. La duración de los mismos dentro del cuerpo humano es muy corta, lo que implica que es una variable que debe considerarse para el diseño de experimentos que utilizan esta herramienta.

Por otro lado, los investigadores que realizan estudios de esta índole debaten si la iluminación del cerebro que se refleja en la RMnf o TEP se debe a un proceso de activación o inhibición de la estructura en que se presenta (Fabbro, 2001). Esto es un problema que tendrá que resolverse conforme avancen la tecnología y las investigaciones. En lo que concierne a la lingüística aplicada, estudios como el de Perani y colaboradores (2003) muestran la preocupación por considerar el tiempo de adquisición de una L2 y el contexto en el que se adquirió, pues por causa de estos factores pueden existir grandes diferencias individuales. Estas investigaciones se apoyan en técnicas de imagenología para su medición. Otro aspecto relevante en las aportaciones de este campo de estudio son las investigaciones con personas bilingües que padecen de algún déficit lingüístico, pues se ha mostrado que algunos hablantes bilingües que tienen afectaciones para hablar en su L1, pueden apoyarse de la L2 para recuperar su L1. Es lamentable la existencia de estos casos, pero gracias a estos pacientes se pueden observar los procesos cerebrales que se llevan a cabo al trabajar con diferentes lenguas. Por otro lado, es muy difícil tratar de generalizar este tipo de casos, pues son tan poco comunes y tan diferentes, que hasta este momento se siguen generando nuevos datos experimentales y aplicados, los cuales brindarán mayor información para una correcta rehabilitación de estos pacientes y para su reintegración a la vida común. Con todo esto, no se puede dejar de reconocer las contribuciones y las

mejoras de investigaciones en los protocolos de lenguaje para poder ofrecer resultados consistentes. A su vez, esto también puede cambiar numerosas teorías propuestas, lo cual nos ayudará a tener un mejor entendimiento de la organización del lenguaje en el cerebro.

Bibliografía

- Ansaldo, A. I., K. Marcotte, R. P. Fonseca & L.C. Sherer (2008). Neuroimaging of the Bilingual Brain: Evidence and Research Methodology. *Psico*, 39 (2): 131-138.
- Ávila, C., A. Barrós-Loscertales, M. Parcet-Ibars, V. Belloch-Ugarte, S. Campos-Hernandez, R. Feliu-Tatay & J. González-Darder (2003). Aplicaciones de la resonancia magnética funcional en pacientes prequirúrgicos: funciones motora, de memoria y lingüística. *Revista de Neurología*, 37 (6): 567-578.
- Bialystok, E. (2011). Reshaping the Mind: The Benefits of Bilingualism. *Canadian Journal of Experimental Psychology*, 65 (4): 229-235.
- Binder, J., J. Frost, T. Hammeke, R. Cox, S. Rao & T. Prieto (1997). Human Brain Language Areas Identified by Functional Magnetic Resonance Imaging. *Journal of Neuroscience*, 17 (1): 353-362.
- Chee, M., Ch. Siong, H. Ling & Ch. Pallier (2004). Left Insula Activation: A Marker for Language Attainment in Bilinguals. *PNAS*, 101 (42): 15265-15270.
- Fabbro, F. (2001) The Bilingual Brain: Cerebral Representation of Languages. *Brain and Language*, 79(2): 211-222.
- _____. (2003). *The Neurolinguistics of Bilingualism*. (2a. ed.). Hove: Psychology Press.
- Fabbro, F. & M. Paradis (1995). Acquired Aphasia in a Bilingual Child. En: M. Paradis (ed.). *Aspects of Bilingual Aphasia* (67-83). Londres: Pergamon Press.
- Gazzaniga, M., R. Ivry & G. Mangun (2002). *Cognitive Neuroscience. The Biology of the Mind*. Estados Unidos: W. W. Norton & Company.
- Navarro, B. (2010). Adquisición de la primera y segunda lengua en aprendientes en edad infantil y adulta. <http://www.ual.es/revistas/PhilUr/pdf/PhilUr2.2010.Navarro.pdf>. *Philologica Urcitana. Revista de Iniciación a la Investigación en Filología*, 2: 115-128.
- Perani, D., J. Abutalebi, E. Paulesu, S. Brambati, P. Scifo, S. Cappa & F. Fazio (2003). The Role of Age of Acquisition and Language Usage in Early, High-Proficient Bilinguals: An fMRI Study During Verbal Fluency. *Human Brain Mapping*, 19: 170-182.

- Pulvermüller, F. (2003). *The Neuroscience of Language: On Brain Circuits of Words and Serial Order*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Rodríguez-Fornells, A., M. Rotte, H. Heinze, T. Nössl & T. Münte (2003). Brain Potential And MRI Evidence for How to Handle Two Languages with One Brain. *Nature*, 415 (28): 1026-1029.
- Senaha, M., M. Martin, E. Amaro Jr., C. Campi & P. Caramelli (2005). Patterns of Cerebral Activation During Lexical and Phonological Reading in Portuguese. *Brazilian Journal of Medical and Biological Research*, 38 (12): 1847-1856.
- Trejo, D., J. Marcos, A. Ansaldo, J. Armony, R. Conde, A. Velasco, F. Jiménez & T. Harmony (2009). Activación cerebral asociada a una tarea de lectura de sustantivos. *Revista Médica del Instituto Mexicano del Seguro Social*, 47 (6): 597-602.
- Valaki, C., F. Maestu, P. Simos, W. Zhang, A. Fernandez, C. Amo, M. Ortiz & A. Papanicolaou (2004). Cortical Organization for Receptive Language Functions in Chinese, English, and Spanish: A Cross-Linguistic MEG Study. *Neuropsychologia*, 42 (7): 967-979.