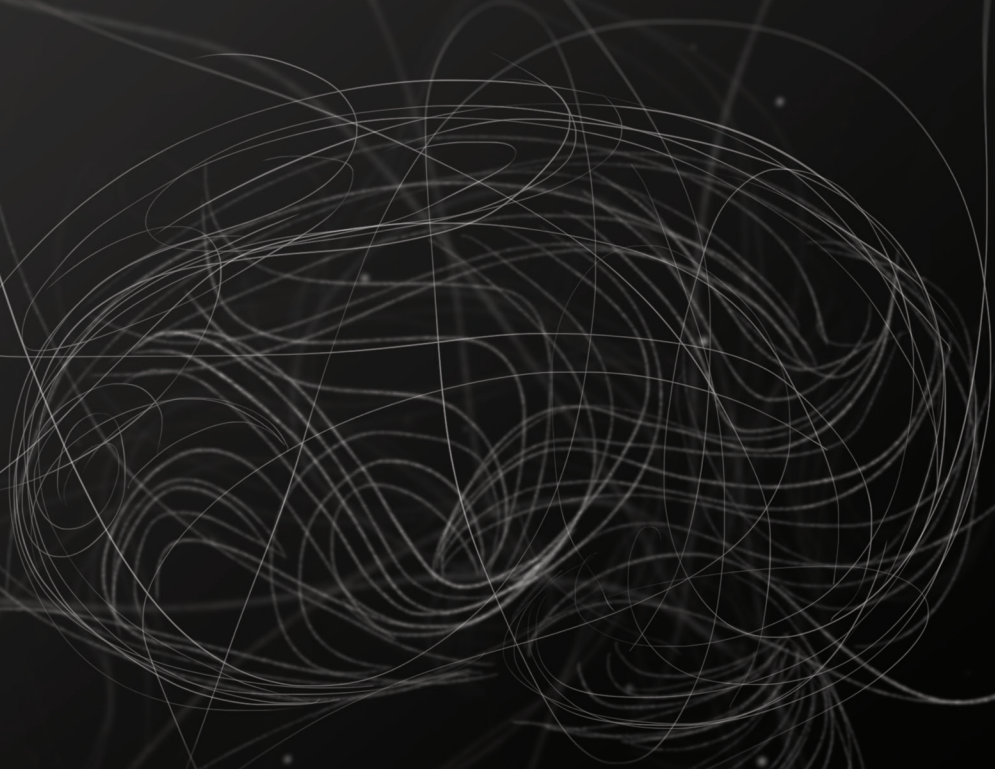


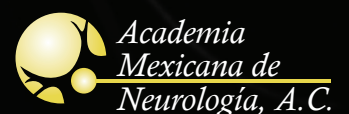
Marzo-Abril  
Volumen 16, Año 2015 Número 2

# Revista Mexicana de Neurociencia

Publicación oficial de la Academia Mexicana de Neurología A.C.



Órgano Oficial de Difusión de la AMN



[www.revmexneuroci.com](http://www.revmexneuroci.com) / ISSN 1665-5044

Revista Mexicana de Neurociencia 2015; 16(2): 27-37

# Revisión

Galván-Celis Valeria,<sup>1</sup>  
Pechonkina Irina,<sup>2</sup>  
Slovec Kathleen,<sup>3</sup>  
Dzib-Goodin Alma<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Escuela Nacional de Música.  
Universidad Nacional Autónoma de México. Ciudad de México, México.

<sup>2</sup>Departamento de Inglés, Lycee N6 Voronezh, Rusia.

<sup>3</sup>Learning and Neuro-Development Research Center, USA.

<sup>4</sup>Learning and Neuro-Development Research Center, USA.

## Efectos cognitivos del bilingüismo coordinado en ambientes contextuales

Cognitive effects of coordinated bilingualism in contextual environments

## Resumen

Existen entre 6900 y 7500 idiomas alrededor del mundo de acuerdo con Ethnologue, que es una renombrada publicación y base de datos en el área del lenguaje, a este número se ha de agregar el lenguaje musical y el de las matemáticas, pues al igual que los idiomas, han desarrollado sistemas que permiten a las personas comprenderse unas a otras. Si éstos se emplean en ambientes específicos, se desarrolla lo que se conoce como bilingüismo coordinado (two way/ dual language), que es una de las múltiples formas de bilingüismo bajo el cual, las personas son capaces de desarrollar dos sistemas lingüísticos paralelos, empleándolos de manera indistinta. El presente artículo analiza la capacidad adaptativa que los circuitos anatómicos que se emplean al realizar tareas coordinadas entre dos o más idiomas, y puntualiza que el proceso cognitivo ha creado mecanismos que le permiten alternar tareas con el fin de responder de manera efectiva ante las necesidades del medio, por lo que se desmenuzan al máximo las respuestas requeridas dependiendo del código a emplear, mismos que han sido analizados desde dos puntos de vista, por un lado la hipótesis de control adaptable y la teoría de la codificación dual bilingüe, que dan muestra de la necesidad de la plasticidad neuro- cognitiva que se caracteriza por la habilidad de organizar y procesar la información a partir de pasos específicos con el fin de lograr el mayor control de las respuestas.

### Palabras clave.

*Bilingüismo coordinado, hipótesis de control adaptable, teoría de codificación dual bilingüe.*

## Abstract

---

Exist between 6900 and 7500 languages around the world according to Ethnologue, which is a renowned publishing and database about language, however on this number should be considered both musical and mathematic languages, since they have developed systems that allow people understand each other and, if they are used in particular environments, it is possible to develop what is called a coordinated bilingualism (two way / dual language), which is only one of many forms of bilingual under which persons are able to develop two parallel linguistic systems, using them interchangeably depending specific needs. This article analyses the adaptive capacity engaged by anatomical circuits to perform coordinated tasks when is necessary to use two or more languages, either a second, musical or mathematical language, since research shows that such circuits are shared by all of these processes, so the cognitive practice has created mechanisms that allow them to switch tasks in order to respond

effectively to the needs of the environment, maximizing effective responses required depending on the code that must be used, and we analysed this coordinated bilingualism from two points of view, on one hand the hypothesis of adaptive control, and on the other hand the bilingual dual coding theory, both draw a need of adaptive neuro - cognitive plasticity characterized by the ability to organize and process information from specific steps in order to achieve greater control of responses from the linguistic perspective.

### Keywords

*Bilingual dual coding theory, coordinated bilingualism, hypothesis of adaptive control.*

**Correspondencia:**  
Alma Dzib Goodin.  
Correo electrónico: alma@almaidzib.com

# Introducción

El bilingüismo se ha convertido en una necesidad cultural debido en parte al proceso cultural de globalización, así como a los movimientos migratorios que empujan a las comunidades a la búsqueda de mejores oportunidades de vida, por lo que es cada vez más común la necesidad de aprender y usar de manera ilimitada una segunda lengua, misma que puede tener intención de comunicar ideas, comprender materiales o la simple relación personal.<sup>1-2</sup>

Ante este nuevo mapa lingüístico que ha hecho aumentar la incidencia del bilingüismo y la necesidad de su desarrollo, se han realizado análisis de los efectos cognitivos y las dificultades que encaran las personas que usan dos o más idiomas, pues se ha reconocido que el procesamiento, comprensión y producción del lenguaje, crea una activación paralela de las dos lenguas, con el fin de crear un heurístico por parte del cerebro para crear respuestas adaptadas y efectivas.<sup>3</sup>

Siendo que la adaptación al ambiente es una necesidad para todas las especies con el fin de pervivir<sup>4</sup> y que es necesario que las redes neuronales se ajusten a las necesidades de respuesta que el aprendizaje contextualizado requiere, el lenguaje natural como proceso adaptativo de la especie humana, ha desarrollado una red neuronal específica<sup>5</sup> que ha de flexibilizarse ante la presencia de un código lingüístico, ya sea a nivel auditivo y/o visual.

Siendo el lenguaje una necesidad cognitiva importante, el sistema es capaz de adaptarse a los requerimientos sociales del mismo,<sup>6</sup> para responder en el contexto específico en que se encuentre, acción necesaria para aquellos que se encuentran en un ambiente cultural distinto o bien, para aquellos que en espacios académicos adquieren un código específico para ser usado de forma profesional, tal es el caso del lenguaje musical y el de las matemáticas los cuales son fomentados en espacios de interacción y fomentan el empleo de

códigos particulares, a veces de manera simultánea al idioma natural o a una segunda lengua, con lo que se produce el llamado bilingüismo coordinado que en inglés se describe como “*two way o dual language*”<sup>7</sup> el cual crea dificultades específicas al sistema neurocognitivo en los aspectos más fundamentales como son el reconocimiento auditivo de las partículas lingüísticas, a nivel visual o auditivo y en la diferenciación gramatical entre los idiomas que se busca desarrollar.<sup>8</sup>

Este mismo fenómeno se encuentra en la comprensión del lenguaje matemático, en cualquiera de sus expresiones, pues el usuario debe aprender a usar los números como una forma de representación de la realidad, en ocasiones independiente del lenguaje específico de la persona, por lo que el usuario debe crear significados que han de ser empleados de manera correcta en contextos específicos.<sup>9-10</sup>

El mismo proceso se encuentra en la adquisición del lenguaje musical, el cual requiere de la comprensión de los signos y sus correlatos acústicos, así como su uso de manera coordinada, en un ambiente específico, llegando al punto en que las personas entrenadas escuchan la música no a partir de los sonidos, sino de su codificación en un pentagrama.<sup>11</sup>

En tal sentido, es posible decir que el lenguaje, cualquiera que éste sea, depende del ambiente intercultural y es capaz de influenciar los procesos cognitivos con el fin de adaptar respuestas o procesos como la lectura, la escritura o bien la comunicación de ideas y sentimientos, ya sea de manera auditiva o visual, siempre y cuando se haya adquirido el código específico para emplearlo, y éste sea necesario para la comunicación o comprensión efectiva de ideas.<sup>11-14</sup>

Esto se observa tanto en niños con influencias tempranas del entorno hacia el bilingüismo, en el cual se use el segundo idioma de forma natural, así como en adultos con ambientes socio culturales

diferentes a su lugar de origen, ya que el patrón general de aprendizaje es similar en todos los lenguajes, aún cuando no se logró el mismo nivel de aprendizaje en ambas lenguas, el inicio siempre implica el reconocimiento de los sonidos y el balbuceo de una palabra, la relación entre dos palabras, seguido de una secuencia exponencial en el uso y manejo de las secuencias gramaticales y nodos de comunicación extendidos que se generan de manera infinita.<sup>15</sup>

Sin embargo existe una discusión que ha crecido recientemente en torno a las diferencias en las propiedades gramaticales básicas entre distintas lenguas, pues entre más cercanos se encuentren dos idiomas en cuanto a sus construcciones gramaticales, se presenta menor dificultad en las competencias gramaticales y de construcción en la segunda lengua, lo cual es benéfico para la capacidad de moldeamiento del proceso lingüístico, por lo que diversas investigaciones han reconocido que cuando los padres son los propios modeladores, ya sea en la etapa infantil o a lo largo de la vida parece generarse un mejor manejo gramatical en los usuarios, sin importar la edad de uso de la segunda lengua<sup>7,8,15,16</sup> además se reconoce que las personas bilingües son especialmente sensibles a las señales culturales con las cuales crecieron, aun cuando se encuentren en entornos de ajenos, y esto se interpreta como la interiorización cultural.<sup>17</sup>

## Dos idiomas un cerebro

Cabe resaltar que sin importar el número de idiomas o usos comunicativos que una persona sea capaz de emplear de manera coherente, todo el proceso de análisis y síntesis es realizado por el mismo cerebro, el cual debe orquestar las acciones de codificación, comprensión y producción de las signos o ideas de manera paralela, no sólo al hablar, sino al leer, escribir o escuchar y analizar un discurso.

Para ello, son imprescindibles los procesos cognitivos que permitan el acceso a la memoria a corto, mediano y largo plazo,<sup>18</sup> la codificación, almacenamiento, habilidades de procesamiento fonológico, la conciencia meta-lingüística, la cual implica el monitoreo constante del flujo de

información que entra y sale del sistema,<sup>19</sup> así como la recuperación en el contexto, debido a que uno de los dos idiomas no puede dejar de usarse a voluntad, especialmente en la producción, donde la intención de expresar un pensamiento debe guiarse por las expresiones que son impulsadas por los procesos de respuesta que implican un proceso de control explícito y diferenciado, el cual no puede dejarse libre de control.<sup>20-22</sup>

Siendo que evolutivamente, el cerebro no está diseñado para ser bilingüe, igual que no fue creado para leer, escribir, producir música o convertirse en un experto en matemáticas, ha flexibilizado funciones para emplear las mismas redes neuronales adaptando a las necesidades del ambiente lingüístico optimizando al máximo las funciones neuro estructurales, para coordinar acciones específicas.<sup>1,4</sup>

Lo cual es consistente con el reconocimiento de que el bilingüismo temprano modifica la organización axonal de la red cerebral, probablemente debido a que las personas bilingües desarrollan sub redes superiores inter-conectadas que no existen en las personas monolingües, sin embargo, dichas redes pueden disminuir la eficiencia de todo el sistema de lenguaje, pues se encuentran principalmente en las regiones parieto-temporales y en algunas áreas frontales relacionadas con la lengua, el contacto social y el seguimiento de ideas y procesos.<sup>23-25</sup>

Las áreas empleadas de manera conjunta en el caso del desarrollo bilingüe son el giro supra-marginal derecho, la circunvolución temporal derecha, las áreas frontales inferiores y medias, y el giro occipital superior derecho,<sup>26-27</sup> pero también se ha reconocido la intervención de la corteza cingulada anterior, la cual muestra mayor volumen de materia gris en personas bilingües,<sup>28</sup> cuya función se centra en el control ejecutivo de dominio general, por lo que diversos estudios le han reconocido como involucrada en el control de la lengua y la resolución de conflictos no verbales.

Hallazgos similares se han hecho en torno a las matemáticas y incluso, las personas pueden reconocer la belleza de los números y de las

palabras en la corteza media orbito-frontal, aunque cuando se reconocen solo números las áreas que se integran son el núcleo caudado, el giro angular y el giro medio temporal.<sup>29</sup> Esto da sentido al uso del lenguaje para resolver problemas matemáticos y la idea de enseñar las matemáticas con las mismas estrategias que se emplean para la adquisición de una segunda lengua.<sup>30</sup>

La relación más estrecha entre la lengua, la música y las matemáticas se encuentra en la percepción rítmica de los eventos fonológicos, que es tan necesaria para el reconocimiento de los tempos y pausas que dan lugar a la prosodia, la cual es una constante en todos los lenguajes, especialmente los tonales, cuya vía es compartida para la percepción musical y las relaciones matemáticas.<sup>26,31-33</sup>

Bajo esta perspectiva, y con la idea de redes neuro-anatómicas compartidas, autores como Stocco;<sup>34</sup> encuentran similitudes al estudio realizado por Scheele, Leseman, y Mayo<sup>35</sup> y al de Chumak-Horbatsch,<sup>36</sup> y todos ellos proponen que el crecer en un ambiente bilingüe entrena al sistema neuronal para bloquear al cuerpo estriado, lo que permite flexibilizar las rutas de información a la corteza pre frontal, lo que explica la mejora del rendimiento en la selección de la información sobre la competencia durante la transferencia de la información entre idiomas, a lo que Parker Jones, Green, Grogan, Pliatsikas, Fillippopoitis, Ali, Lee, Ramsden, Gazarian, Prejawa, Seghier, y Price,<sup>37</sup> agregan que la comprensión de una palabra en una segunda lengua es un proceso mucho más demandante, pues se debe monitorear cuidadosamente la palabra, el contexto y el significado para no cometer errores de interpretación o de producción en las respuestas.

Estudios realizados en personas que han adquirido de manera fluida y en contexto una segunda lengua, se encuentra de manera consistente un retraso en el tiempo de respuesta para el reconocimiento visual de objetos en su lengua materna. A esto se le conoce como interferencia que es un fenómeno cognitivo ampliamente reportado, que se explica por la necesidad del individuo de controlar y reconocer el idioma que está empleando antes de responder, lo cual provoca un efecto en el tiempo

de reacción, el cual no debe confundirse con el desconocimiento del objeto, sino a la dificultad para determinar la palabra en una lengua específica.<sup>38-40</sup>

Esto se explica debido a que no se encuentran diferencias en el uso de estructuras cerebrales cuando se emplea la lengua materna o una segunda lengua;<sup>41</sup> tampoco existen conexiones neuronales distintas entre la música y el proceso de la lecto-escritura o en el uso del lenguaje matemático.<sup>29,31,33,42-43</sup>

La teoría más aceptada en este sentido es que el ambiente ha moldeado el proceso del lenguaje materno, pero los demás procesos no son necesariamente útiles a menos que el ambiente los requiera, por lo que se ha sido necesario desarrollar mecanismos que permitan el control del uso de dichas tareas cognitivas.

### Hipótesis sobre el control cognitivo

Tanto la producción como la comprensión de un discurso se rigen por procesos de control, debido a que las personas que viven en ambientes bilingües pasan tiempo seleccionando el idioma apropiado en el contexto específico,<sup>17</sup> ya que es muy importante distinguir entre medios y fines de la información para determinar las acciones, por lo que este registro permite el seguimiento lógico de una disertación, en el cual intervienen por un lado la atención y los procesos de alerta cognitiva,<sup>44</sup> así como la memoria fonológica y el procesamiento fonológico,<sup>20</sup> y en el caso del bilingüismo se vuelve particularmente importante para mantener el contacto con el idioma específico que se escuche, se lea o se escriba, especialmente en los casos donde el lenguaje que se emplea cambia de un momento a otro, debido a la necesidad de una activación paralela de las dos lenguas a emplear.<sup>3,27</sup>

Para compensar dichos cambios, se ha propuesto que a nivel cognitivo se establecen procesos de control de la lengua ya sea inhibitorios o de monitoreo,<sup>28</sup> y bajo esta idea surge la hipótesis de control adaptable, la cual propone que dichos procesos se adaptan a las exigencias impuestas sobre la lengua en el contexto de interacción, cambiando la funcionalidad de los parámetros de la

eficiencia neuro cognitiva, ya sea en la producción o en la conexión que distingue la capacidad inhibitoria, el tiempo de reacción y la señal que se ha de inhibir.<sup>45</sup>

Se distinguen ocho procesos de control, de los cuales se encuentran cambios adaptativos en las regiones neuronales y circuitos asociados que son: el meta-mantenimiento, que implica una revisión constante de las entradas de información para reconocer errores; el proceso de monitoreo conflictivo, el cual señala diferencias de significado para adecuar las respuestas;<sup>3</sup> la supresión de interferencias, que implica la autocorrección de respuestas; la detección de señal saliente, la cual es analizada por el proceso de meta monitoreo y revisada antes de ser ejecutada; la inhibición de respuestas selectivas, que permiten detectar y corregir errores;<sup>46</sup> la separación de tareas, que permite reconocer con exactitud la palabra a emplear; el compromiso de tareas, proceso que impulsa a poner atención al contexto para determinar el idioma o el tipo de réplicas que se espera de la persona; la planificación oportunista, muy relacionada con el control y el monitoreo que demanda estar un paso adelante en la planeación de las acciones a realizar. Todos estos procesos se emplean en tres contextos interactivos: la lengua materna, la segunda lengua y cambio de código adaptable en ambientes bilingües.<sup>47</sup>

Estos procesos son necesarios especialmente en ambientes netamente bilingües y su adquisición depende del uso específico, sin embargo, no se desarrollan al mismo nivel en personas que adquieren el uso consiente de una segunda lengua en la edad adulta, por lo que se ha llegado a postular una ventana en el desarrollo lingüístico similar al de las personas monolingües.<sup>48</sup>

Se encuentra como posible explicación a esta ventana la necesidad del control específico de las respuestas, por lo que ha sido planteada la Hipótesis de interfaz, la cual fue presentada por Sorace,<sup>49</sup> en un intento de explicar los patrones de selección no convergentes y residuales en quienes aprenden una segunda lengua en la edad adulta. Dicha propuesta plantea que las estructuras lingüísticas implican

una interfaz que describe la relación entre el conocimiento implícito y el conocimiento explícito a nivel mental de quienes adquieren un segundo idioma, considerando que el conocimiento implícito es intuitivo y se observa porque el hablante no es capaz de poner en palabras una idea, mientras que el explícito es capaz de ser verbalizado.

Existen tres propuestas en esta hipótesis, la primera es la propuesta donde no existe una interfaz, la cual afirma que no hay una relación entre los dos tipos de conocimiento; la segunda propuesta explica la presencia de una interfaz fuerte, la cual explica que los conocimientos lingüísticos explícitos siempre pueden convertirse en conocimientos implícitos a través de la práctica repetida, lo cual crea una huella neuronal, mientras que la tercera propuesta se denomina interfaz débil que afirma que el conocimiento del lenguaje explícito puede llegar a ser implícito, pero sólo en cierta medida pues intervienen factores asociados al desarrollo lingüístico.

Esta hipótesis originalmente lanzó la propuesta de que la relación del lenguaje entre la sintaxis y otros dominios cognitivos son menos propensas a ser adquiridos durante el proceso de aprendizaje de una segunda lengua en la edad adulta, especialmente cuando existe una divergencia pragmática y semántica entre la lengua materna y la segunda lengua para dar cuenta de los patrones no convergentes y residuales que se presentan al considerar dos opciones que se encuentran en las etapas avanzadas en la edad adulta al adquirir una segunda lengua.<sup>50-51</sup>

Dicha propuesta explica las diferencias reportadas en distintos estudios entre las personas que adquieren la segunda lengua de manera temprana, versus quienes la adquieren de manera tardía, tanto en lo que respecta a la activación cerebral, como en el control de la lengua, misma que parece ser influenciada por las condiciones de la adquisición y aprendizaje específicos.<sup>16</sup>

Sin embargo la explicación no puede determinarse solamente por la posible falta de plasticidad cerebral, sino a las señales culturales y del

ambientes. Ante esta perspectiva es que surge la Teoría de la codificación dual bilingüe, esto pone sobre la mesa las ventajas que brindan los ambientes bilingües tan comunes en los movimientos migratorios, sobre todo si se considera la teoría del cerebro social que se ha cultivado desde el campo de la cognición humana,<sup>52</sup> la cual permite reconocer que las personas son especialmente sensibles a las señales culturales en el entorno relacionadas con la lengua materna, debido a la sensación de propiedad cognitiva y reconocimiento de los signos que les dan raíces.<sup>17</sup>

A estas explicaciones, se ha de agregar el papel de la memoria como ventaja heurística y predictiva la cual ha sido discutida bajo distintos puntos de vista, aunque dos permiten reconocer los debates principales: el primero sostiene que el significado de la palabra se basa en rasgos semánticos que pueden ser experimentados en el mundo físico, por ende el significado y la palabra se refieren a un objeto específico que puede ser recordado con facilidad debido a la entrada sensorial en al menos tres vías que son la visual, la auditiva y la táctil, las cuales con complementarias.

Mientras que el segundo punto de vista indica que las palabras y los significados ocurren conjuntamente, lo cual ha sido ampliamente estudiado en el modelo de distribución característica el cual explica que se ha de buscar claves comparativas entre las palabras de los dos idiomas para poder recordar mejor los significados, sin embargo esto sólo aplica cuando hay una cercanía entre los idiomas. Aunque partiendo del proceso de la memoria, ambos procesos pueden ser complementarios dependiendo del ambiente y el tipo de respuesta que se requiera, debido a que los vínculos de la asociación entre palabras de diferentes idiomas pueden ser débiles, por lo que puede causar interferencia y errores en la ejecución si se basa la ejecución en el parecido fonológico o gramatical entre los vocabularios, por lo cual es importante considerar el cómo el proceso cognitivo es capaz de hacer la recuperación y el uso correcto de los vocablos.<sup>53-55</sup>

## Conclusiones

El cerebro ha evolucionado a nivel neuro-anatómico intentando adaptarse a los cambios que cada generación ha ido experimentando, sin embargo, debido a que las respuestas sobre el medio es la función principal de la pervivencia de la especie, los cambios se han centrado más a nivel cognitivo y no creando circuitos nuevos, ya que con esto es capaz de responder de manera más efectiva ante la necesidad de adquirir una o más lenguas distintas al lenguaje natural, mismas que incluyen la música y las matemáticas, especialmente si se parte de la idea que hasta el momento, no todos necesitan el aprendizaje y uso formal de uno o más idiomas.

A nivel anatómico las áreas compartidas más referidas en los estudios de neuro-imagen para una segunda lengua, la música y las matemáticas son las regiones parieto-temporales y en algunas áreas frontales relacionadas con la lengua, el contacto social, el seguimiento de ideas y procesos; el giro supra marginal derecho, la circunvolución temporal derecha, las áreas frontales inferiores y medios y el giro occipital superior derecho, sin embargo también se ha reconocido la intervención de la corteza cingulada anterior, la cual muestra mayor volumen de materia gris local en personas bilingües cuya función se centra en el control ejecutivo de dominio general al cual diversos estudios le han reconocido como involucrado en la vigilancia del uso de la lengua y la resolución de conflictos no verbales.<sup>56</sup>

Como respuesta a la necesidad de cableado neuronal, el circuito cognitivo ha creado procesos de control específico que permiten la interacción entre lenguas, sin importar su modalidad (lingüística, musical o matemática), aunque las respuestas son más efectivas y adaptadas si la necesidad del uso de una segunda lengua tiene un impacto ambiental, el desarrollo temprano y el uso que se haga de ella, creando vías más fuertes entre más aplicación se haga uso de ellas, no solo a nivel verbal, sino en la lectura y la escritura.



En el caso del bilingüismo las hipótesis más aceptadas a este respecto son la hipótesis de control adaptable, la hipótesis de interfaz y la teoría de la codificación dual bilingüe, que son una prueba de la necesidad de una plasticidad selectiva en el sistema cognitivo con el fin de elegir de mejor manera las respuestas ante el medio, y determinar la mejor manera de responder empleando las herramientas lingüísticas de las que dispone de acuerdo al idioma que se imponga. Sin embargo, cabe resaltar la importancia del uso y manejo de las tareas para que los sistemas que controlan las salidas de información se desarrollen y consoliden para brindar un uso efectivo de la información, ya sea a nivel oral o auditivo o bien en el proceso de la lecto-escritura, deben estar complementados por la repetición en el ambiente específico, pues en todos ellos intervienen los procesos de comprensión, análisis y síntesis de la información presentada, procesos que se vuelven cada vez más necesarios debido a la globalización y a los procesos migratorios entre los individuos, que requieren del uso apropiado de una segunda lengua.

**Declaración de conflictos de interés**

No existen potenciales conflictos de interés para ninguno de los autores, en este informe científico.

**Fuentes de financiamiento**

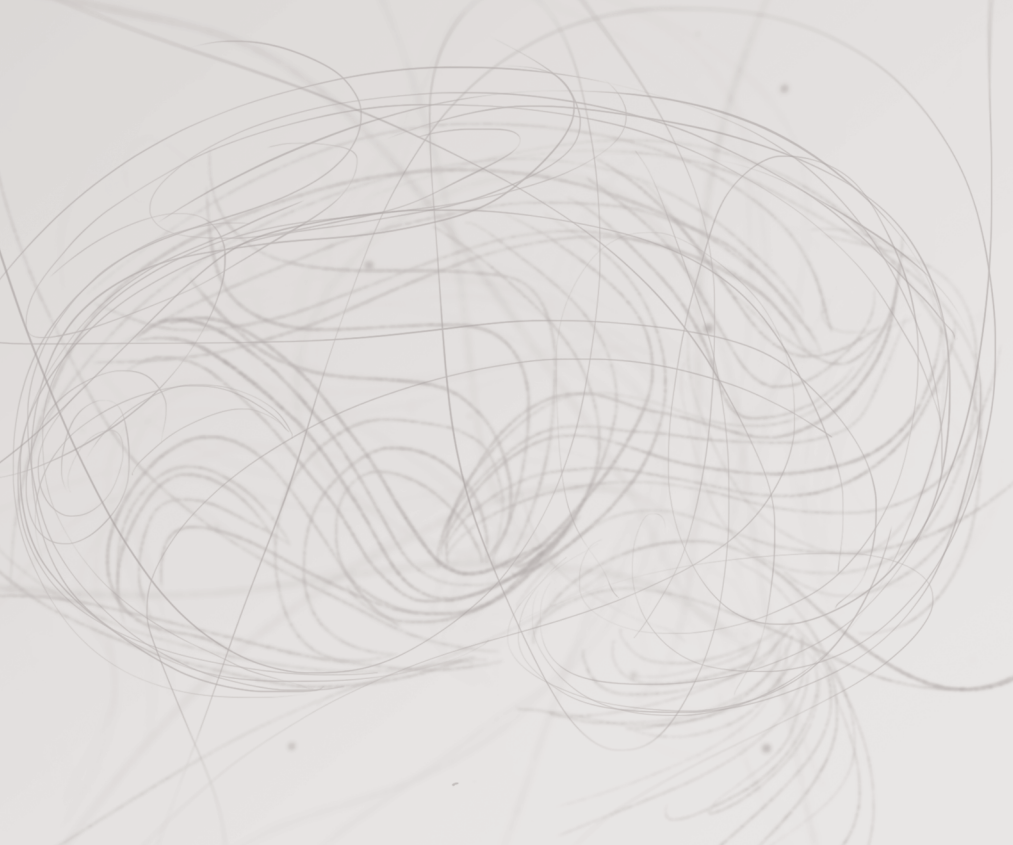
Los autores no han declarado fuente alguna de financiamiento para este informe científico.

# Referencias

1. McNamara T. Multilingualism in education: A poststructuralist critique. *The Modern Language Journal* 2011; 95: 430-441.
2. Cenoz, J. Defining Multilingualism. *Annual Review of Applied Linguistics* 2013; 33: 3-18.
3. Kroll JF, Bialystok E. Understanding the consequences of bilingualism for language processing and cognition. *Journal of Cognitive Psychopathology* 2013; 25: 497-514.
4. Dzib Goodin, A. La evolución del aprendizaje: más allá de las redes neuronales. *Revista Chilena de Neuropsicología* 2013; 8: 20-25.
5. Dzib Goodin, A. La arquitectura cerebral como responsable del proceso de aprendizaje. *Revista Mexicana de Neurociencia* 2013; 14: 81-85.
6. Bialystok E, Craik FIM, Luk, G. Bilingualism: consequences for mind and brain. *Trends in Cognitive Sciences* 2012; 16: 240-250.
7. Meisel JM. Bilingual language acquisition and theories of diachronic change: Bilingualism as cause and effect of grammatical change. *Bilingualism: Language and Cognition* 2011; 14: 121-145.
8. Bylund E, Jarvis S. L2 effects on L1 event conceptualization. *Bilingualism: Language and Cognition* 2011; 14: 47-59.
9. Shosh L, Zvia M. Mathematics and English, two languages: Teachers' views. *Journal of Education & Learning* 2013; 2: 211-221.
10. Tcheang L. Culture and math. *Cognitive Neuroscience* 2014; 5: 54-65.
11. Matsunaga R, Yokosawa K, Abe JI. Functional modulations in brain activity for the first and second music: A comparison of high- and low- proficiency bimusicals. *Neuropsychologia* 2014; 54: 1-10.
12. Umia-Runge K, Fu X, Wang L, Zimmer HD. Culture-specific familiarity equally mediates action representations across cultures. *Cognitive Neuroscience* 2014; 5: 26-35.
13. Moreno S, Friesen D, Bialystok E. Effect of music training promoting pre-literacy skills: preliminary causal evidence. *Music Perception* 2011; 29: 165-172.
14. Moreno S. Can music influence language and cognition?. *Contemporary Music Review* 2009; 28: 329-345.
15. Weerman F. Diachronic Change: Early versus late acquisition. *Bilingualism: Language and Cognition* 2011; 14: 149-151.
16. Watterndorf E, Festman J, Westermann B, Keli U, Zappatore D, Franceschini R, Luedi G, Radue EW, Munte TF, Rager M, Nitsch C. Early bilingualism influences early and subsequently later acquired languages in cortical regions representing control functions. *International Journal of Bilingualism* 2014; 18: 48-66.
17. Kroll JF, McClain R. What bilinguals tell us about culture, cognition and language. *Proceedings of the National Academy of Science of the United States of America* 2013; 110: 11219-11220.
18. Schroeder SR, Marian V. Bilingual episodic memory: How speaking two languages influences remembering. En RR. Heredia, J. Altarriba (Eds), (2014) *Foundations of Bilingual Memory* (pp 111-132), Springer: USA.
19. Kuo LJ, Kim TJ. Effect of early bilingualism on metalinguistic development and language processing: Evidence from Chinese-speaking bilingual children. En X., Chen, Q., Wang, YL., Luo. (Eds), (2014) *Reading Development and Difficulties in Monolingual and Bilingual Chinese Children*, (pp. 171-190). Springer. USA.
20. Swanson HL, Orosco MJ, Lussier CM, Gerber MM, Guzman-Orth DA. The influence of working memory and phonological processing in English language learner children's bilingual reading and acquisition. *Journal of Educational Psychology* 2011; 103: 838-856.
21. Kroll JF, Gulifer JW, Rossi E. The multilingual lexicon: The cognitive and neural basis of lexical comprehension and production in two or more languages. *Annual Review of Applied Linguistics* 2013; 33: 107-127.
22. Jahagirdar V. Hemispheric differences: the bilingual brain. En RR. Heredia, J. Altarriba (Eds), (2014). *Foundations of Bilingual Memory* (pp 257-282), Springer: USA.
23. Jones OP, Green DW, Grogan A, Pliatsikas C, Filippopolitis K, Ali N, Lee HL, Ramsden S, Gazarian K, Prejawa S, Seghier ML, Price CJ. Where, when, and why brain activation for bilinguals and monolinguals during picture naming and reading aloud. *Cerebral Cortex* 2012; 22: 892-902.
24. Higby E, Kim J, Obler LK. Multilingualism and the brain. *Annual Review of Applied Linguistics* 2013; 33: 68-101.

25. García-Penton L, Pérez Fernández A, Iturria-Medina Y, Gillcon-Dowens M, Carreiras M. Anatomical connectivity changes in the bilingual brain. *NeuroImage* 2014; 84: 495-504.
26. Zou L, Abutalebi J, Zinszer B, Yan X, Shu H, Peng D, Ding G. Second language experience modulates functional brain network for the native language production in bimodal bilinguals. *NeuroImage* 2012; 62: 1367-1375.
27. Rodríguez-Pujadas A, Sanjuán A, Ventura-Campos N, Román P, Barceló F, Costa A, Ávila C. Bilinguals use language-control brain areas more than monolinguals to perform non-linguistic switching task. *Plos One* 2013; 8: e73028.
28. Abutaleb J, Della Rosa PA, Green DW, Hernández M, Scifo P, Kleim R, Cappa SF, Costa A. Bilingualism tunes the anterior cingulate cortex for conflict monitoring. *Cerebral Cortex* 2012; 22: 2076-2086.
29. Zeki S, Romaya JP, Benincasa DMT, Atiyah MF. The experience of mathematical beauty and its neural correlates. *Frontiers in Human Neuroscience* 2014; 8: 68.
30. Phakeng MS, Moschkovich JN. Mathematics education and language diversity: A dialogue across settings. *Journal for Research in Mathematics Education* 2013; 44: 119-128.
31. Zatorre RJ, Chen JL, Penhune VB. When the brain plays music: auditory-motor interactions in music perception and production. *Nature Reviews: Neuroscience* 2007; 8: 547-558.
32. Kovelman I, Mascho K, Millot I, Mastic A, Moiseff B, Shalinsky MH. At the rhythm of language: brain bases of language - related frequency perception in children. *NeuroImage* 2012; 60: 673-682.
33. Thompson-Schill S, Hagoort P, Ford Dominey P, Honing H, Koelsch S, Ladd DR, Lerdahl F, Levinson SC, Steedman M. Multiple levels of structure in language and Music. En MA, Arbib (Ed) (2013). *Language, Music, and the Brain: A mysterious relationship*. Massachusetts Institute of Technology and the Frankfurt Institute for Advances Studies (pp.289-306) Strüngmann Forum Reports. USA.
34. Stocco A, Yamasaki B, Natalenko R, Prat CS. Bilingual brain training: A neurobiological framework of how bilingual experience improves executive function. *International Journal of Bilingualism* 2014; 18: 67-92.
35. Scheele AF, Leseman PPM, Mayo AY. The home language environment of monolingual and bilingual children and their language proficiency. *Applied Psycholinguistics* 2010; 31: 117-140.
36. Chumak-Horbatsch R. Early bilingualism: children of immigrants in an English -language childcare center. *Psychology of Language and Communication* 2008; 12: 3-27.
37. Parker Jones O, Green DW, Grogan A, Pliatsikas C, Fillippopoitis K, Ali N, Lee HL, Ramsden S, Gazarian K, Prejawa S, Seghier M, Price CJ. Where, when and why brain activations differs for bilinguals and monolinguals during picture naming and reading aloud. *Cerebral Cortex* 2012; 22: 892-902.
38. Hanulova J, Davidson DJ, Inderfrey P. Where does the delay in L2 picture naming come from? Psycholinguistic and neurocognitive evidence on second language word production. *Language and Cognitive Processes* 2011; 26: 902-934.
39. Parker Jones O, Green DW, Grogan A, Pliatsikas C, Fillippopoitis K, Ali N, Lee HL, Ramsden S, Gazarian K, Prejawa S, Seghier M, Price CJ. Where, when and why brain activations differs for bilinguals and monolinguals during picture naming and reading aloud. *Cerebral Cortex* 2012; 22: 892-902.
40. Frenck-Mestre C, Sneed German E, Foucart A. Qualitative differences in native and non-native semantic processing as revealed by ERPs. En R. Heredia, J., Altarriba (Eds), (2014) *Foundations of Bilingual Memory*, (pp. 237-255), Springer: USA.
41. Jamal NI, Piche A, Napoliello MA, Perfetti CA, Eden GF. Neural basis of single-word reading in Spanish-English bilinguals. *Human Brain Mapping* 2012; 33: 235-245.
42. Pugh KR, Landi N, Preston J, Menci WE, Austin AC, Sibley D, Fullbright RK, Seidenberg MS, Grigorenko EL, Constable ET, Molfese P, Frost SJ. The relationship between phonological and auditory processing and brain organization in beginning readers. *Brain and Language* 2013; 125: 173-183.
43. Galván Celis V, Pechonkina I, Dzib Goodin A. La relación entre los procesos de lecto-escritura y la música desde la perspectiva neurocognitiva. *Revista Chilena de Neuropsicología* 2014; 9: 21-24.
44. Robinson P, Mackey A, Gass S, Schmidt R. Attention and awareness in second language acquisition. En S. Gass, and A. Mackey (Eds), (2012) *The Routledge Handbook of Second Language Acquisition*, (pp. 247-267). Routledge: USA.
45. Morales J, Gómez-Ariza CJ, Bajo MT. Dual mechanism of cognitive control in bilinguals and monolinguals. *Journal of Cognitive Psychology* 2013; 25: 531-546.

46. Sackur J, Dehaene S. The cognitive architecture for chaining of two mental operations. *Cognition* 2009; 111: 187-211.
47. Green DW, Abutalebi J. Language control in bilinguals: The adaptive control hypothesis. *Journal of Cognitive Psychology* 2013; 25: 515-530.
48. Grosjean F. Bilingualism: A short introduction. En F. Grosjean y P. Li (Eds), (2013) *The Psycholinguistics of Bilingualism*. (pp. 6-26), Wiley-Blackwell. USA.
49. Sorace A. Pinning down the concept of “interface” in bilingualism. *Linguistic Approaches to Bilingualism* 2011; 1: 1-33.
50. Gorter D. Linguistic landscapes in multilingual world. *Annual Review of Applied Linguistics* 2013; 33: 190-212.
51. Schwartz M, Kahn-Horwitz J, Share DL. Orthographic learning and self teaching in bilingual and biliterate context. *Journal of Experimental Child Psychology* 2013; 117: 45-58.
52. Mercer N. The social brain, language, and goal-directed collective thinking: a social conception of cognition and its implications for understanding how we think, teach and learn. *Educational psychology* 2013; 48: 148-168.
53. Paivio A. Bilingual dual coding theory and memory. En RR. Heredia, J. Altarriba (Eds), (2014) *Foundations of Bilingual Memory* (pp 41-62), Springer: USA.
54. Basnight-Brown DM. Models of lexical access and bilingualism. En RR. Heredia J. Altarriba (Eds), (2014) *Foundations of Bilingual Memory* (pp. 85-107), Springer: USA.
55. Brusbaert M, Ameel E, Storms G. Bilingual Semantic Memory: A new hypothesis. En RR. Heredia, J. Altarriba (Eds), (2014) *Foundations of Bilingual Memory* (pp 133-146), Springer: USA.
56. Yip V. Simultaneous Language Acquisition. En F Grosjean, P Li. (2013) *Psycholinguistic and Bilingualism*. (pp.119-144) Wiley-Blackwell, UK.



Revista Mexicana de Neurociencia, 2015; 16(2): 27-37

[www.revmexneuroci.com](http://www.revmexneuroci.com)