

# Bilingüismo, Cognición y Plasticidad Cerebral

**Mónica Rosselli**

Departamento de Psicología, Florida  
Atlantic University, Davie, Florida,  
EE.UU.

**Alfredo Ardila**

Alvizu University, Miami, Florida, EE.UU.

**Correspondencia:** Mónica Rosselli.  
Departamento de Psicología, Florida Atlantic  
University, 3200 College Avenue, Davie, Florida  
33144, EE.UU. Correo electrónico:  
[mrossell@fau.edu](mailto:mrossell@fau.edu)

**Agradecimientos:** Nuestros más sinceros  
agradecimientos a Ana Isabel Rosselli por su ayuda  
editorial.

## Resumen

En los últimos años se ha enfatizado la propiedad plástica del cerebro, es decir, su capacidad para modificarse en respuesta a influencias ambientales; las experiencias que pueden modificarlo son de diversa índole e incluyen prácticas motrices, sensoriales y aun cognitivas. El bilingüismo ha sido identificado como un potencial generador de ventajas cognitivas y modulador de la plasticidad cerebral. Este artículo presenta la asociación de la capacidad de una persona para utilizar dos lenguas con cambios cognitivos a lo largo de la vida, iniciándose en la infancia y continuando durante la adolescencia hasta la edad adulta y la senescencia. Analiza la controversia sobre el efecto protector del bilingüismo frente al deterioro anormal de las funciones ejecutivas por envejecimiento. Finalmente, se describe la influencia del bilingüismo en el desarrollo neuronal, incluidos los cambios cerebrales estructurales y funcionales.

*Palabras clave:* Plasticidad cerebral, bilingüismo, desarrollo del lenguaje, funciones ejecutivas, envejecimiento.

## Bilingualism, Cognition and Brain Plasticity

### Abstract

In recent years brain plasticity, the brain's ability to modify itself in response to environmental influences has been emphasized. The experiences that can modify the brain are of diverse nature including motor, sensory and even cognitive practices. Bilingualism has been identified as a potential generator of cognitive advantages and a modulator of brain plasticity. This article presents the association of being

bilingual with cognitive and brain changes throughout life span, beginning in childhood, continuing through adolescence and adulthood, and ending in senescence. The controversy about the protective effect of bilingualism against the abnormal deterioration of executive functions due to aging is analyzed. Finally, the influence of bilingualism on neuronal development is described, including structural and functional brain changes.

*Keywords: Brain plasticity, bilingualism, language development, executive functions, aging.*

En los últimos años se ha enfatizado la propiedad plástica del cerebro, es decir, su capacidad para modificarse en respuesta a influencias ambientales (Huttenlocher y Dabholkar, 1997); las experiencias que pueden modificarlo son de diversa índole e incluyen prácticas motrices, sensoriales y aun cognitivas.

Los primeros estudios sobre la plasticidad cerebral se remontan a los años 60 y 70 del siglo pasado. Mark Rosenweig de la Universidad de California en Berkeley observó que ratas criadas en compañía de otras ratas y en jaulas rodeadas de juguetes, escaleras, túneles y ruedas presentaban aumento en el volumen de la corteza cerebral y en el número de sinapsis no observados en ratas que crecían solas y en jaulas carentes de estímulos (Rosenzweig y Bennett, 1972).

Más recientemente, y utilizando técnicas de neuroimágenes estructurales y funcionales, se han analizado las consecuencias sobre la organización cerebral de acciones visomotoras repetidas y complejas como

tocar un instrumento musical o practicar malabarismo. La plasticidad cerebral se ve especialmente estimulada por las tareas bimanuales complejas que requieren el control simultáneo de múltiples movimientos, un alto nivel de coordinación bimanual, equilibrio e intercambio de atención sostenido en múltiples objetos que interactúan con ambas manos. Los estudios de neuroimágenes en malabaristas muestran cambios cerebrales estructurales en la materia blanca y gris después del entrenamiento (Gerber et al., 2014; Scholz et al., 2009) y en la activación cerebral en especial en las áreas y circuitos asociados con la coordinación y percepción visomotora (Berchicci et al., 2017). La modificación en la organización cerebral también se ha descrito por competencia musical y por práctica de una profesión (Bayle et al., 2014; Elbert et al., 1995; Lövdén et al., 2013; Maguire et al., 2006; Wan y Schlaug, 2010).

Las demandas impuestas al sistema nervioso por el uso frecuente de un instrumento musical son únicas y proporciona una experiencia motora y multisensorial singular para el individuo que toca el instrumento. Como lo confirman los estudios de neuroimágenes, la reproducción de música depende de un fuerte acoplamiento de percepción y acción mediado por la integración multimodal sensorial y motora de regiones distribuidas por todo el cerebro (Schlaug, 2001; Zatorre et al., 2007). Un violinista, por ejemplo, debe ejecutar una miríada de habilidades complejas que incluyen traducir el análisis visual de las notas musicales en movimientos, coordinar información multisensorial con actividad motora bimanual, desarrollar habilidades motoras finas principalmente de la mano no dominante con una precisión métrica y finalmente monitorear la retroalimentación

auditiva para mantener afinada la producción musical (Herholz y Zatorre, 2012). Esta práctica repetida se refleja en modificaciones estructurales cerebrales. Las imágenes con resonancia magnética han revelado, por ejemplo, que la representación cortical de los dedos de la mano izquierda de los músicos que tocan instrumentos de cuerda es más grande que la de los controles no músicos. Este efecto no se ve en las áreas de control de los dedos de la mano derecha. La cantidad de reorganización cortical en la representación de los dedos se correlaciona con la edad en la que la persona ha comenzado a tocar. Estos resultados sugieren que la representación de diferentes partes del cuerpo en la corteza somatosensorial primaria de los humanos depende del uso y de los cambios para adaptarse a las necesidades y experiencias actuales del individuo (Elbert et al., 1995). Más aún, el tamaño de la corteza motora difiere entre los músicos dependiendo de la intensidad del entrenamiento musical bimanual. Así, por ejemplo, aquellos que generan música usando teclados (keyboard) presentan más simetría cerebral en el área cortical motora de las manos comparada con controles diestros sin entrenamiento musical; esta diferencia cortical se correlaciona con el tiempo de entrenamiento (Amunts et al., 1997). Recientemente se ha documentado la plasticidad y adaptación cerebral asociada con la experiencia musical utilizando técnicas de resonancia magnética funcional, de estimulación transcraneal y de magnetoencefalografía (Kim et al., 2004; Paraskevopoulos et al., 2017).

Maguire et al. (2006) examinaron la contribución a la plasticidad cerebral de una profesión como conducir un taxi, comparando los taxistas de Londres con los

conductores de autobuses de la misma ciudad, pareados por la experiencia de conducción y los niveles de estrés. Los dos grupos conducían diariamente pero diferían en que los conductores de autobuses seguían una ruta restringida mientras que los conductores de taxi mantenían un conocimiento visoespacial (mapas mentales) para realizar su trabajo. Encontraron que, los taxistas tenían un mayor volumen de materia gris en el hipocampo medio posterior y menos volumen en el hipocampo anterior. Además, los años de experiencia en navegación se correlacionaron con el volumen de materia gris del hipocampo solo en los taxistas, con un aumento del volumen de materia gris posterior derecha y una disminución del volumen anterior a medida que aumentaba la experiencia de navegación. Los autores concluyeron que el conocimiento espacial y el uso diario de esos mapas estaba asociada con el volumen aumentado de materia gris del hipocampo en los taxistas.

Los individuos que hablan más de una lengua son, al igual que los músicos, un grupo ideal para investigar la posible adaptación cerebral relacionada con competencia lingüística y estrategias usadas para activar una lengua u otra. El bilingüismo ha sido identificado como un potencial generador de ventajas cognitivas y modulador de la plasticidad cerebral. Este artículo presenta inicialmente una definición de bilingüismo y sus subtipos seguido de una descripción de la asociación del bilingüismo con cambios cognitivos a lo largo de la vida, iniciándose en la infancia y continuando durante la adolescencia hasta la edad adulta y la senescencia (Rosselli y Ardila, 2018). Más adelante se revisa la influencia del bilingüismo en el desarrollo

neuronal, incluidos los cambios cerebrales estructurales y funcionales.

### **Definición de bilingüismo**

Si bien los diccionarios definen el bilingüismo como el uso habitual de dos idiomas por una persona o una región (Real Academia Española, 2001), la definición de bilingüismo va más allá.

El bilingüismo no se puede medir como una variable dicotómica (i.e., si es o no es bilingüe) sino más bien es una variable continua en la que existe una gran variabilidad en el dominio y competencia de una segunda lengua entre los bilingües. Habría diferentes niveles de bilingüismo. Estas variaciones dependen, entre otras muchas cosas, de la edad de adquisición del segundo idioma y del contexto en el que se utiliza.

La edad de adquisición (EdA) se refiere a la edad a la que se aprende cada idioma, independientemente de su contexto. Por lo general, L1 se refiere a la lengua que se aprende primero y L2 a la que se aprende después. También es relevante el contexto en el que se adquirieron las dos lenguas: aquella aprendida en casa vendrá con un vocabulario diferente de la aprendida en la escuela; y los métodos de adquisición lingüística ya sean formales (en un entorno académico) o informales (por contacto social) también se verán reflejados en el tipo de vocabulario. Además, es relevante saber qué tan bien se ha adquirido cada lengua. El nivel de competencia debe cuantificarse en, al menos, dos aspectos principales: expresión/producción y comprensión. Pueden existir diferencias en el nivel de competencia entre y dentro de las dos lenguas. Por ejemplo, el hablante bilingüe puede desarrollar la fonología de un hablante nativo y un nivel más simple de

expresión gramatical en una lengua, mientras que en la otra el nivel de comprensión y expresión es equivalente.

Otro aspecto relevante en la competencia lingüística del bilingüe se relaciona con la frecuencia de uso de cada lengua. Es importante saber si el individuo está expuesto a un entorno bilingüe utilizando ambas lenguas de forma diaria o semanal; el patrón de uso a lo largo de la vida también podría ser significativo. Es común ver individuos que fueron bilingües activos durante la niñez pero que se volvieron monolingües (en términos de uso del lenguaje) en la edad adulta. Según el nivel de competencia y la frecuencia de uso, una lengua suele ser dominante sobre la otra. Es importante tener en cuenta que la lengua no nativa o segunda lengua (L2), puede convertirse en la dominante según la exposición y la frecuencia de uso de esta a lo largo de la vida.

Otra variable para considerar en la definición de bilingüismo es la identificación del bilingüe con la cultura de los hablantes de cada lengua, esta actitud cultural-social afectará la motivación para aprender la lengua, así como la frecuencia con la que los hablantes intentarán utilizar una lengua sobre la otra (Meyer y Fienberg, 1992). El contexto social determinará el patrón de uso de cada lengua. Los bilingües que usan su lengua materna en entorno familiar, y el segundo idioma en la escuela y el trabajo, desarrollarán vocabularios diferenciales y niveles distintos de competencia en cada lengua.

Una última variable pertinente a la definición de bilingüismo se refiere a la distancia lingüística entre las dos lenguas. Hay un bilingüismo fuerte cuando las dos lenguas están muy separadas en las características de sus sistemas lingüísticos, como ocurre en

los bilingües chino / español; existirá un bilingüismo débil cuando los sistemas fonológicos de las dos lenguas aprendidas están más cerca, como en los bilingües italiano / español (Ardila, 2007).

### Subtipos de bilingüismo

Con base en la edad de adquisición y el nivel de competencia se han distinguido tres tipos de bilingüismo (Weinreich, 1953): coordinado, compuesto y subordinado. En el *bilingüismo coordinado* el individuo aprende las dos lenguas de forma independiente, y cada una tiene sus unidades semánticas y de producción independientes; estos bilingües tienen dificultades para traducir de una lengua a la otra, teóricamente debido a su desarrollo independiente. En la mayoría de los casos, los bilingües coordinados aprenden ambas lenguas de manera simultáneamente a una edad temprana. En el *bilingüismo compuesto*, por otro lado, hay una unidad semántica combinada y dos unidades de producción (palabras) y caracteriza a los bilingües tempranos, mas no a los bilingües simultáneos. Por último, en el *bilingüismo subordinado* el aprendizaje de la segunda lengua está mediado por la lengua nativa ya bien aprendida; en este caso hay una unidad semántica en la lengua nativa con dos unidades de producción, una en cada lengua. El bilingüismo subordinado es característico de los bilingües tardíos y puede convertirse en bilingüismo compuesto a medida que mejora el dominio de la segunda lengua. Este cambio en el tipo de bilingüismo se observa con frecuencia en bilingües que aprenden el segundo idioma durante la adolescencia o la edad adulta temprana.

También se han descrito distintos tipos de bilingüismo en función de la edad de adquisición: el bilingüismo temprano se ha

diferenciado del bilingüismo tardío. Se considera *bilingüismo temprano* cuando la persona ha aprendido los dos idiomas temprano en la vida y *bilingüismo tardío* cuando el segundo idioma se ha aprendido después de los 12 años. Esta clasificación está relacionada con otro uso dicotómico en el bilingüismo: bilingüismo simultáneo vs. sucesivo. Los investigadores han utilizado el término *bilingüismo simultáneo* para referirse a los bilingües que han aprendido a hablar las dos lenguas al tiempo, mientras que el *bilingüismo sucesivo* se refiere al aprendizaje de las dos lenguas en diferentes momentos. Algunos investigadores en el desarrollo del lenguaje consideran la existencia de bilingüismo simultáneo cuando las dos lenguas se aprenden durante los primeros tres años de vida. Según Pavlenko (2011), los bilingües se pueden subdividir en bilingües simultáneos, infantiles y tardíos según la edad de adquisición.

Otra distinción en el bilingüismo es entre bilingüismo balanceado y no balanceado. Los *bilingües balanceados* se describen como igualmente competentes en ambos idiomas y los *bilingües no balanceados* son individuos con un grado diferencial de competencia entre las dos lenguas. Es importante aclarar que el bilingüismo balanceado no equivale a un bilingüismo competente. Rosselli et al. (2016) encontraron dos tipos de bilingües balanceados: unos con competencia lingüística equivalentemente baja en ambas lenguas (balanceados baja competencia lingüística) y otros con alta competencia en ambas lenguas (balanceados alta competencia lingüística).

- Bilingüismo y desarrollo neurocognitivo

Se ha demostrado que el aprendizaje y mantenimiento de dos o más lenguas, es

una experiencia determinante de cambios cognitivos más allá del lenguaje y de modificaciones en el funcionamiento cerebral a lo largo de la vida del bilingüe.

### **Infancia y bilingüismo: desde el nacimiento hasta los veinticuatro meses**

Está bien establecido que los recién nacidos responden a estímulos auditivos en el rango de frecuencias del lenguaje y que muestran una preferencia abierta por los sonidos verbales (DeCasper y Fifer, 2004; Slater, 1998), lo que sugiere una predisposición biológica para detectar y procesar las señales del lenguaje humano. De los dos a los ocho meses, los bebés demuestran una orientación evidente hacia los sonidos verbales que da lugar al llamado “diálogo madre/padre-hijo”. Utilizando el paradigma de habituación (en el que los bebés eventualmente pierden interés en un estímulo repetido y dejan de responder a él), se ha demostrado que los bebés desde los veintidós a los ciento cuarenta días son capaces de detectar con mayor precisión cambios en sonidos generados por consonante-vocal (CV) (i.e., ma y pa) cuando estos se presentan en el oído derecho (hemisferio izquierdo) que en el oído izquierdo (hemisferio derecho) (Hiscock y Kinsbourne, 1995). Este es un hallazgo particularmente importante porque sugiere una asimetría cerebral innata para el lenguaje (para una revisión, ver Rosselli et al., 2014). Resultados de estudios de neuroimágenes más recientes son congruentes con la observación anterior, ya que han demostrado que, desde los primeros años de vida el lenguaje humano es procesado predominantemente por el hemisferio izquierdo (Dehaene-Lambertz et al., 2002).

Un fenómeno perceptivo lingüístico interesante y único observado durante la

infancia es que los bebés son oyentes universales; son sensibles a todas las distinciones fonológicas hasta ahora probadas, sin embargo, con el tiempo, se pierde la sensibilidad a los fonemas que no se utilizan en el idioma que aprenden. Este fenómeno se denomina "estrechamiento perceptual" y describe cómo la experiencia lingüística de un niño genera cambios en el desarrollo de la percepción del lenguaje. En otras palabras, la percepción de fonemas es amplia al nacer, pero se estrecha en función de la experiencia (Kelly et al., 2007). Así, mientras que los bebés al nacer están dotados de reconocimiento universal de fonemas (nativos y no nativos), al final del primer año se observa una clara disminución del reconocimiento de fonemas no nativos, es decir, aquellos a los que no están expuestos (Kuhl et al., 2008). Sin embargo, pueden darse modificaciones en la longitud de esta ventana para el estrechamiento perceptual asociado a la experiencia del lenguaje del niño; los bebés que crecen en entornos bilingües tienen diferentes ventanas para el estrechamiento perceptivo al retener por más tiempo una mayor sensibilidad a los fonemas no nativos (Byers-Heinlein y Fennell, 2014).

Petitto et al. (2012) exploraron los cerebros de bebés bilingües (uso de dos idiomas por sus padres o cuidadores) y monolingües (uso de un solo idioma por sus padres o cuidadores) en dos grupos de edades (jóvenes: cuatro a seis meses, mayores: diez a doce meses) utilizando espectroscopia de infrarrojo cercano funcional (fNIRS) mientras procesaban información lingüística (inglés nativo, no nativo hindú) y estímulos no lingüísticos (tonos). Los resultados mostraron similitudes de activación cerebral en bebés bilingües y monolingües durante el procesamiento lingüístico fonológico. Ambos grupos de bebés activaron las mismas áreas

cerebrales específicas del lenguaje que clásicamente se observan en los adultos, incluida la circunvolución temporal superior izquierda y la corteza frontal inferior izquierda; la primera asociada con el procesamiento fonológico/fonético y, la segunda, con la búsqueda y recuperación de información sobre significados y patrones sintácticos y fonológicos. La activación de la circunvolución temporal superior izquierda se observó temprano en el grupo más joven y permaneció estable de manera activa a lo largo del tiempo, mientras que la corteza frontal inferior izquierda mostró un mayor aumento en la activación neural en bebés mayores.

Petitto et al. (2012) relacionan el cambio en la activación del lóbulo frontal con la edad en la que los bebés ingresan al hito universal de la primera palabra. Se observó una diferencia en la sensibilidad neuronal y conductual de los bebés bilingües mayores a los contrastes fonéticos no nativos en un momento en que los bebés monolingües ya no pueden hacer tales discriminaciones. En otras palabras, la corteza frontal inferior izquierda de los bebés bilingües mayores mostró una activación robusta al escuchar los contrastes fonológicos/fonéticos nativos y no nativos, mientras que la misma área en los bebés monolingües mostró una activación robusta solamente a los contrastes fonológicos/fonéticos nativos, sin responder a los contrastes fonológicos/fonéticos de la lengua no nativa. Los bebés bilingües y monolingües del grupo joven mostraron el mismo patrón de activación de la corteza frontal. Sin embargo, en el grupo de mayor edad, la activación del grupo bilingüe fue significativamente mayor que la del grupo monolingüe. Estos autores sugirieron la "hipótesis de la cuña perceptual" como una explicación de sus

hallazgos. Según los autores, la exposición a más de una lengua actúa como una cuña para mantener abierta la ventana de la percepción universal durante un período de tiempo más largo; posiblemente se altera de manera ventajosa para los bilingües el procesamiento neuronal y del lenguaje.

Exponer a un bebé a dos lenguas, mediante los cuales experimenta un espectro más amplio de fonemas, extiende el período de plasticidad cerebral (Byers-Heinlein y Fennell, 2014), lo que podría conducir a una mayor flexibilidad cognitiva. Los bilingües, a diferencia de los monolingües, dominan el reconocimiento de fonemas en dos lenguas nativas lo que resulta en una mayor capacidad para percibir contrastes fonológicos de fonemas a los que no han estado expuestos.

Singh et al. (2011) compararon a ocho niños que fueron adoptados de la India en Estados Unidos a las edades de seis a sesenta meses con ocho controles estadounidenses no adoptados de la misma edad. Los niños adoptados tuvieron una exposición mínima adicional a sus idiomas nativos. Los controles estadounidenses solo habían estado expuestos al idioma inglés. Todos los participantes fueron entrenados en contrastes fonológicos, recibieron retroalimentación sobre su desempeño y fueron evaluados sobre su capacidad para aprender de la capacitación. Sin entrenamiento, ninguno de los grupos pudo discriminar un contraste fonémico que ocurriera en el idioma nativo del grupo adoptado, pero sí en inglés. Sin embargo, después de un entrenamiento en contrastes fonológicos, el grupo adoptado mejoró significativamente y discriminó los contrastes con mayor precisión que sus compañeros no adoptados. Si bien el inglés había reemplazado explícitamente el idioma nativo

de la muestra adoptada, los rastros de exposición temprana conferirían privilegios en el aprendizaje posterior.

Además del lenguaje, la ventaja del bilingüismo en los bebés se ha encontrado en otras habilidades. Se ha sugerido que simplemente percibir y procesar sonidos de varios idiomas nativos durante el primer semestre de desarrollo puede conducir a la mejora de algunas funciones ejecutivas. Parece que estar expuesto a más de una lengua requiere mayores demandas de atención. Kovács y Mehler (2009) encontraron que los niños bilingües tienen un mejor control de la atención que los niños monolingües a la edad de siete meses. Igualmente, Singh et al. (2015) reportaron una ventaja bilingüe en el control inhibitorio a los seis meses de edad. Los autores compararon bebés monolingües y bilingües en una tarea básica de procesamiento de información: la habituación visual. Los bebés bilingües demostraron una mayor eficiencia en la codificación de estímulos, así como una mejor memoria de reconocimiento de estímulos familiares en comparación con los monolingües.

Otros autores han encontrado ventajas en los bebés bilingües sobre los monolingües en la detección visual (usando videos mudos de mujeres hablando) cuando el idioma cambia de uno (francés) a otro (inglés). Mientras en el video los bebés monolingües no lograron detectar el cambio entre idiomas, los bebés bilingües sí lo lograron (Sebastián-Gallés et al., 2012). Schonberg et al. (2014), por otro lado, no encontraron diferencias en la forma en que los bebés bilingües y monolingües perciben visualmente los estímulos sociales y no sociales. Los autores sugieren que cualquier diferencia cognitiva encontrada entre estos dos grupos en la primera infancia está más

relacionada con la producción activa de vocabulario a la que están expuestos que con la percepción del entorno únicamente.

Se ha demostrado que los bebés bilingües tienen una ventaja en la flexibilidad de la memoria en comparación con los monolingües; este tipo de memoria se define como un equilibrio entre recordar características específicas y poder generalizar ese conocimiento a contextos diferentes (Brito y Barr, 2012). Esto, probablemente, se deba a la exposición de los bilingües a patrones de habla más variados en comparación con los bebés monolingües. Además, los bilingües tienen más oportunidades para codificar información en una variedad de contextos lingüísticos. Estos autores confirmaron que las diferencias en la generalización de la memoria en los bebés bilingües surgen alrededor de los seis meses, antes de que se desarrolle el lenguaje. Esta ventaja de la memoria se ha explicado como resultado de la mejor atención selectiva de los bilingües o de su capacidad superior de representación relacional. Los niños bilingües pueden desarrollar habilidades de representación relacional antes que los monolingües porque necesitan asociar palabras de varios idiomas y hacer conexiones en un nivel abstracto entre las dos palabras y el mismo concepto.

Oller et al. (1997) compararon el desarrollo longitudinal del lenguaje en bebés monolingües y bilingües de 4 a 18 meses. Los bebés criados en entornos bilingües y monolingües manifestaron edades similares de inicio para la producción y proporción de uso de sílabas bien formadas y sonidos vocales. Los autores concluyeron que el desarrollo vocal en el primer año de vida no está influenciado por las condiciones de exposición al lenguaje. Sin embargo, las diferencias en el tamaño del vocabulario



pueden surgir a una edad más avanzada. Poulin-Dubois et al. (2013) compararon el acceso léxico y el desarrollo del vocabulario expresivo y receptivo en niños pequeños monolingües y bilingües a los veinticuatro meses. Encontraron un tamaño de vocabulario expresivo significativamente más pequeño en la primera lengua (L1) en bilingües en comparación con los monolingües, pero esta diferencia desaparecía cuando se combinaban los vocabularios de las dos lenguas (L1 y L2). Estos resultados apoyan la opinión de que el déficit en el vocabulario de los bilingües se elimina cuando se combinan las palabras de L1 y L2.

En conclusión, un número mayor de estudios con bebés bilingües ha reportado más ventajas en las funciones cognitivas que desventajas. Estas ventajas están en la discriminación de un mayor número de fonemas y en un desarrollo más rápido de otras áreas de la cognición, como la atención y la memoria. La investigación también ha demostrado que el bilingüismo actúa como una variable de plasticidad cerebral que promueve la extensión de la ventana para el reconocimiento universal de los fonemas.

### **Bilingüismo en edad preescolar y escolar**

La mayoría de los estudios que informan sobre las ventajas cognitivas del bilingüismo en una etapa temprana del desarrollo se han dirigido a muestras de niños en edad preescolar (de tres a cinco años) y han evaluado el funcionamiento ejecutivo (i.e., Bialystok, Craik et al., 2009). Aparentemente, el niño bilingüe que mantiene activas dos lenguas, monitorea continuamente dos sistemas lingüísticos y puede, sin darse cuenta, practicar habilidades como la inhibición a una edad más temprana. Tener que aprender

diferentes conjuntos de reglas para cada lengua, mientras se evita la interferencia entre ellas, proporciona al niño bilingüe una mayor experiencia en el aprendizaje de un conjunto lingüístico más diverso.

Bialystok (1999) encontró que los preescolares bilingües tienen una ventaja en la tarea de categorización de tarjetas cambiando la dimensión clasificatoria (*Dimensional Change Card Sorting*, [DCCS]), en la que los niños deben conceptualizar tanto los estímulos como las reglas mediante la construcción de una representación mental adecuada. En la tarea, los participantes pasan de clasificar las tarjetas de una manera (i.e., por color) a clasificarlas de otra manera (i.e., por forma) demostrando flexibilidad mental. El aumento de la flexibilidad mental en niños bilingües se ha asociado con un alto rendimiento verbal. Okanda et al. (2010) también utilizaron la tarea de DCCS para comparar a los bilingües japonés-francés con niños en edad preescolar monolingües japoneses. Los resultados mostraron que los niños bilingües realizaron la tarea significativamente mejor.

Bialystok y Shapero (2005) argumentaron que el bilingüismo mejora la atención selectiva ya que se requiere que los individuos ignoren simultáneamente las señales en competencia entre las dos lenguas y se enfoquen en los aspectos relevantes de los estímulos. Esta ventaja bilingüe se ha observado en niños de 6 años al realizar tareas como la Prueba de Figuras Superpuestas (*Embedded Figures Test*), una prueba que requiere encontrar un patrón visual simple escondido en un dibujo complejo más grande. Yang et al. (2011) y Yang y Yang (2016) también apoyan la ventaja en la atención de los niños bilingües. Compararon niños de cuatro, cinco y seis años bilingües coreano-inglés con niños

monolingües en inglés a través de la Prueba de Atención de Redes (*Attention Network Task*, [ANT]) y encontraron que los bilingües superaban a los monolingües en las medidas de control ejecutivo de esta tarea. La prueba ANT es una tarea computarizada en la que se le pide a cada participante que registre sus respuestas usando dos teclas de entrada. Cuando comienza la prueba, los participantes se someten visualmente a una fila de cinco líneas negras horizontales con puntas de flecha apuntando hacia la izquierda o hacia la derecha. El objetivo es una punta de flecha orientada hacia la izquierda o hacia la derecha en el centro, está flanqueado a ambos lados por: (a) condición congruente (dos flechas en la misma dirección que el objetivo), b) una condición incongruente (dos flechas en la dirección opuesta del objetivo), o c) por una condición neutral (dos líneas a cada lado del objetivo). Los participantes deben identificar la dirección del objetivo (la flecha central) presionando una de las dos teclas de entrada que tienen, indicando la dirección izquierda o derecha. Se pide a los evaluados que mantengan la mirada en un punto fijo durante toda la tarea. evalúa tres redes de atención simultáneamente: alerta, orientación y control ejecutivo. La condición incongruente genera más tiempo de respuesta que las otras dos. Los niños bilingües muestran menos interferencia en la condición incongruente que los niños monolingües por un mejor control inhibitorio.

Videsott et al. (2012) analizaron los mecanismos de atención de niños multilingües con grados diferenciales de competencia lingüística utilizando el ANT. Los autores encontraron que, los niveles de competencia lingüística en niños multilingües tempranos puede desempeñar un papel fundamental en el desarrollo y mejora del componente de alerta del sistema

atencional. La ventaja del bilingüismo se ha descrito incluso en el bilingüismo débil, por ejemplo, aprender dos idiomas lingüísticamente muy cercanos entre sí, como el griego chipriota y el griego moderno estándar (Antoniou et al., 2016).

En contraste con los hallazgos positivos descritos anteriormente sobre las ventajas del bilingüismo en la memoria operativa (*working memory*) y la función de atención y las tareas inhibitorias, algunos estudios no han logrado encontrar evidencia de los beneficios en la infancia. Por ejemplo, De Abreu et al. (2010) no observaron diferencias en la eficiencia de las habilidades de la memoria operativa de los niños bilingües en comparación con los monolingües entre los seis y ocho años seguidos durante un período longitudinal de tres años. Además, los datos mostraron que los monolingües se desempeñaron significativamente mejor en tareas lingüísticas a lo largo de los años; las diferencias entre bilingües y monolingües en tareas de memoria operativa no fueron significativas una vez se controlaron las habilidades verbales. Antón et al. (2014) no observaron efectos del bilingüismo en el ANT infantil en niños vasco-españoles pertenecientes a tres grupos etarios (siete, nueve y once años).

También se han descrito desventajas en el desarrollo del lenguaje de preescolares bilingües. En comparación con sus compañeros monolingües, los niños bilingües presentan retrasos en la adquisición del lenguaje, interferencia léxica y mezclas de idiomas. Además, se han informado diferencias en la extensión del vocabulario en monolingües en comparación con bilingües. Bialystok et al. (2010) midieron el vocabulario receptivo de más de 1.700 niños de entre tres y diez años. Todos

los niños bilingües hablaban inglés y otro idioma, siendo el inglés el idioma de la comunidad y la escuela para todos. En toda la muestra, y en todas las edades estudiadas, el puntaje estándar promedio de vocabulario receptivo fue confiablemente más alto para los monolingües que para los bilingües. No obstante, aunque la producción de palabras de un niño bilingüe en cualquiera de sus idiomas puede ser, en promedio, menor que la observada en los niños monolingües, la cantidad combinada de palabras producidas de ambos idiomas igualaba a la del niño monolingüe. Es interesante que la disparidad en el tamaño del vocabulario entre bilingües y monolingües se haya descrito principalmente después de los tres años. En los bilingües más jóvenes, se ha informado que el tamaño total del vocabulario receptivo y expresivo es comparable al de los monolingües, aunque los bilingües tienden a tener menos palabras en cada uno de sus lenguajes expresivos separados (Oller y Eilers, 2002). Hoff et al. (2012) compararon el desarrollo del lenguaje de niños con desarrollo bilingüe y monolingüe con un rango de edad entre 1 año 10 meses y 2 años 6 meses con niveles socioeconómicos equivalentes en los dos grupos lingüísticos. Los niños con desarrollo monolingüe estaban significativamente más avanzados que los niños bilingües en las medidas de vocabulario y gramática en comparaciones en un solo idioma, pero eran comparables en la medida del vocabulario total en ambas lenguas. Dentro de la muestra de desarrollo bilingüe, todas las medidas de vocabulario y gramática se relacionaron con la cantidad relativa de información que recibían en cada lengua.

Pocos estudios longitudinales han abordado la cuestión de si el bilingüismo tiene un

efecto sobre el desarrollo del lenguaje. Uno de estos estudios es el Miami Project (Oller y Eilers, 2002) en el que se evaluaron 704 niños bilingües español-inglés. Todos los niños habían nacido en Estados Unidos y fueron evaluados en jardín de infantes, en segundo y en quinto grado. En todos los niveles escolares, se observaron deficiencias de vocabulario receptivo de los niños bilingües en ambos idiomas si se hacían comparaciones en términos de normas monolingües en español o inglés. Sin embargo, las diferencias entre monolingües y bilingües disminuyeron después de algunos años de escolarización en inglés. La magnitud de las diferencias dependía del grado escolar, la formación lingüística del niño, el tipo de educación que recibió (inmersión bidireccional o en inglés) y el idioma que se estaba evaluando. Los niños con nivel socioeconómico alto obtuvieron mejores resultados que los niños con nivel bajo, tanto en los grupos monolingües como en los bilingües.

Parece claro que la exposición a un entorno bilingüe durante los años escolares genera ventajas en la función ejecutiva y quizás desventajas lingüísticas cuando se compara a los bilingües con los monolingües.

### **Bilingüismo en edad adulta y senescencia**

En la población adulta, la evidencia con respecto a los efectos del bilingüismo en la cognición ha sido mixta, con algunos estudios que muestran ventajas particularmente en funciones ejecutivas, otros informan desventajas, particularmente en tareas verbales, y algunos no encuentran efectos (Bialystok et al., 2009; Paap y Greenberg, 2013; Rosselli et al., 2000).

Como se demostró en niños bilingües, los efectos positivos más típicos del bilingüismo

en los procesos cognitivos de los adultos se han producido en las tareas de control inhibitorio (Bialystok, et al., 2004, 2006), incluida la capacidad de bloquear información irrelevante para enfocarse en las reglas pertinentes de una tarea. Una de las tareas de inhibición no verbal más comunes que se utilizan para evaluar las ventajas bilingües es la tarea de Simon. En esta tarea los participantes deben producir una respuesta lateralizada, es decir, una respuesta con la mano izquierda o derecha basándose en un atributo no espacial de un estímulo presentado de forma lateralizada (i.e., el color de un estímulo que se presenta a la derecha o a la izquierda de la pantalla). La posición del estímulo es irrelevante (y distractora) para el sujeto, pues éste solamente debe atender al color del estímulo para responder. El "efecto Simon" es el costo de respuesta (en tiempo de reacción, [TR]) que resulta de sustraer el TR de los ensayos en los cuales la posición del estímulo y la mano de respuesta no coinciden -ensayos incongruentes - de los ensayos en los cuales la posición del estímulo coincide con la mano de respuesta, - ensayos congruentes-. Se ha demostrado que los individuos bilingües muestran un efecto Simon menos pronunciado que los monolingües por ser más rápidos en los ensayos incongruentes, es decir no se inhiben tanto como los monolingües al responder a la incongruencia mostrando mejor control inhibitorio. Además, dichas diferencias aumentan en sujetos mayores, incluso en las condiciones con una mayor demanda de memoria de trabajo (Bialystok et al., 2004). También se ha demostrado una ventaja bilingüe para las tareas de memoria operativa no verbal, como la tarea en regresión de los bloques de Corsi hacia atrás (Bialystok y Feng, 2009), y en tareas de cambio de set como la tarea global-local (Prior y MacWhinney, 2010) en

la que está involucrado el cambio de atención.

Las funciones ejecutivas son formas complejas de cognición que incluyen, entre otras, el razonamiento, la resolución de problemas, el control inhibitorio, el cambio de conjuntos y la memoria operativa (Jurado y Rosselli, 2007; Luria, 1976, 1979; Vygotsky, 1934/2012). El lenguaje representa un mediador fundamental de la cognición humana y no es sorprendente que el uso de dos lenguas pueda resultar en una ventaja en las tareas de la función ejecutiva.

Los estudios descritos anteriormente han demostrado la ventaja bilingüe en individuos que dominan ambos idiomas, pero no parece claro si la ventaja persiste en bilingües menos competentes. De hecho, se ha demostrado que el grado de bilingüismo (diferencia en el dominio de ambos idiomas) también tiene un efecto importante tanto en el desempeño en tareas de denominación de confrontación verbal (Gollan et al., 2007) como en las tareas de control inhibitorio no verbal (Rosselli et al., 2016).

La edad es una variable relevante en la expresión de la ventaja bilingüe en las tareas de control inhibitorio en la edad adulta. Salvatierra et al. (2007) demostraron que los bilingües mayores eran más eficientes en inhibir información irrelevante (utilizando la tarea de Simon) que los monolingües mayores, pero la ventaja bilingüe no se observó en la muestra de adultos más jóvenes. Este hallazgo apoya una atenuación del declive relacionado con la edad observado en los procesos de control inhibitorio en participantes bilingües. Tanto Bialystok et al. (2004) y Salvatierra y Rosselli (2010) encontraron ventajas bilingües en la condición simple de la tarea de Simon pero en diferentes grupos de edad. Bialystok et al.

utilizaron muestras de monolingües y bilingües tamil-inglés, ambas muestras divididas en adultos jóvenes entre los 30 y 54 años (edad promedio = 43.0 años) y adultos mayores entre los 60 y los 88 años (edad promedio = 71.9 años). Salvatierra y Rosselli replicaron este estudio en una muestra bilingüe y monolingüe y español-inglés, dividida de la misma manera. Ambos estudios encontraron que los bilingües mayores mostraron efectos de Simon más pequeños en la versión simple de esta tarea no verbal, pero este efecto en el grupo bilingüe más joven fue encontrado solo por Bialystok et al.. Muchos investigadores enfatizan la importancia del bilingüismo como un contribuyente al desarrollo de una reserva cognitiva (Stern, 2009), que permite a los bilingües mantener una función intelectual adecuada en el envejecimiento, independientemente de la neuropatología existente y retrasar la aparición del deterioro cognitivo (Perani et al., 2017). Sin embargo, no todas las investigaciones han encontrado una ventaja bilingüe en el cerebro que envejece (Mungas et al., 2018; Zahodne et al., 2014).

- Ventajas y desventajas generales del bilingüismo

Los hallazgos positivos con respecto al bilingüismo no siempre se han replicado y siguen siendo controvertidos (i.e., Colzato et al., 2008; Costa et al., 2009; Paap y Greenberg, 2013; Paap et al., 2016). Kousaie y Phillips (2012) argumentaron que la mayoría de los estudios que reportan una ventaja para los bilingües en relación con los monolingües han utilizado muestras que varían en el estatus socioeconómico (i.e., inmigrante/no inmigrante) y en el nivel de competencia del segundo idioma. Descubrieron que cuando los bilingües francés-inglés y los monolingües se

emparejaban por el estado de la lengua materna/segunda lengua y las variables socioeconómicas, la ventaja bilingüe desaparecía en una tarea que examinaba la inhibición verbal, es decir, la tarea de Stroop. Además, Rosselli et al. (2016) encontraron que la inteligencia no verbal predice significativamente el desempeño en la memoria operativa verbal y las tareas de inhibición verbal y no verbal, y puede ser un mejor predictor del desempeño de la función ejecutiva que el bilingüismo o la competencia lingüística en ambas lenguas. Paap y Greenberg (2013) analizaron datos de tres estudios que comparan bilingües con monolingües en 15 indicadores del procesamiento ejecutivo (PE). Los resultados no mostraron diferencias entre los grupos lingüísticos en ninguno de los indicadores. Estos autores argumentan que las investigaciones sobre bilingüismo tienden a usar solo una tarea y un solo indicador para cada componente del PE sin pruebas de validez convergente y que cuando se han utilizado múltiples tareas cognitivas no se encuentran ventajas del bilingüismo. En una revisión de 46 artículos de la literatura reciente, van den Noort et al. (2019) encontraron que el 54,3%, la mayoría de los artículos, informaron de efectos beneficiosos del bilingüismo en las tareas de control cognitivo, aunque 28,3% encontró resultados mixtos y el 17,4% no encontró ningún beneficio del bilingüismo. Las diferencias metodológicas podrían explicar estos resultados mixtos. Si se quiere lograr un progreso significativo en este tema los autores enfatizan la necesidad de utilizar mejores diseños de investigación, muestras más grandes de participantes y más estudios longitudinales.

Parece que, aunque la manipulación de dos lenguas puede ser ventajosa en tareas de

función ejecutiva no verbal, también puede ser desventajosa en tareas verbales (Gollan et al., 2008; Rosselli et al., 2000). Los participantes bilingües tardan más y cometen más errores que las monolingües en tareas de denominación. Utilizando la prueba de denominación de Boston (*Boston Naming Test*, [BNT]), los bilingües produjeron menos respuestas correctas (Gollan et al., 2007) y cometieron más errores en una versión corta de esta prueba (Bialystok et al., 2008) que los monolingües. El simple hecho de recuperar una palabra común parece ser más complicado para los bilingües. Además, cuando los bilingües están en modo bilingüe, los dos idiomas se activan al mismo tiempo y la interferencia durante el recuerdo de palabras da como resultado puntuaciones más bajas (Rosselli et al., 2000).

Hay evidencia de que el bilingüismo tiene efectos protectores frente al deterioro anormal de las funciones ejecutivas por envejecimiento (Bialystok et al., 2004, 2006, 2008). En apoyo de esta idea están los hallazgos de una revisión de la literatura (Gold, 2015) de que la enfermedad de Alzheimer se ha diagnosticado a una edad más avanzada en bilingües en comparación con monolingües. Otros no han podido respaldar el efecto protector del bilingüismo en el envejecimiento anormal. Por ejemplo, Zahodne et al. (2014) informan datos longitudinales que incluyeron a 1,067 ancianos bilingües español-inglés evaluados en intervalos de 18 a 24 meses durante un período de veintitrés años. Los resultados mostraron que, aunque al inicio los bilingües presentaban mejor memoria y funciones ejecutivas, no se observaron diferencias. También se han informado diferencias en las conexiones cerebrales (Pliatsikas et al., 2015). Los fascículos que se encuentran más plásticos en el bilingüismo son el

entre bilingües y monolingües en la conversión a demencia luego de agregar otras variables (nivel de educación y años de inmigración).

- Cerebro y bilingüismo

Los bilingües fluidos tienen una amplia experiencia en cambiar de una lengua a la otra monitoreando permanentemente la situación para seleccionar el idioma apropiado, activar el idioma seleccionado e inhibir el otro idioma. El cambio de idioma es particularmente significativo en bilingües activos, es decir, este tipo de bilingües usan ambos idiomas en su vida cotidiana. Su amplia práctica puede conducir a una mayor capacidad en el control cognitivo que parece general y no específico del lenguaje. Además, lleva a modificaciones cerebrales estructurales y funcionales (Hernandez, 2013; Li et al., 2014). Se ha encontrado una mayor densidad de materia gris (MG) en la corteza parietal inferior izquierda en bilingües en comparación con monolingües, más evidente en los bilingües tempranos que en los tardíos (Mechelli et al., 2004). Esta diferencia de aumento en MG también se ha informado para la circunvolución del cíngulo anterior (Abutalebi et al., 2011), la circunvolución frontal inferior izquierda y el lóbulo temporal anterior izquierdo (Stein et al., 2012). Stein et al. (2014) encontraron que el aumento en materia gris se correlacionó con el aumento en el dominio del segundo idioma. Estos cambios también se reflejan en modificaciones en la sustancia blanca de las regiones parietales izquierdas (Golestani et al., 2002) y de la circunvolución de Heschl izquierda (Golestani y Pallier, 2007) del lóbulo temporal (ver Figura 1).

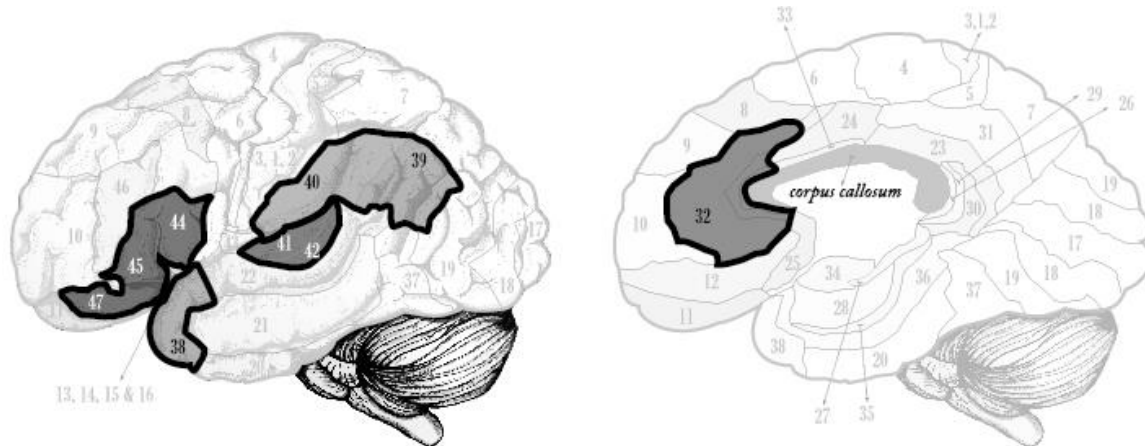
fascículo frontal-occipital inferior izquierdo, que es más grande en bilingües simultáneos en comparación con los bilingües secuenciales y monolingües, y el haz que

surge del cuerpo calloso anterior (CCA) y se proyecta en el lóbulo orbitofrontal, que es más pequeño en bilingües simultáneos en comparación con monolingües (Stein et al., 2014). Los autores sugieren que los

hallazgos del fascículo frontal-occipital inferior izquierdo están relacionados con una transmisión más rápida de información semántica en bilingües simultáneos.

### Figura 1

#### Áreas Corticales Asociadas al Bilingüismo



*Nota.* Las áreas de Brodmann (BA) que muestran un aumento de materia gris o grosor cortical en bilingües en comparación con monolingües. En ambos hemisferios, la circunvolución del cíngulo anterior (BA 32); En el hemisferio izquierdo, la circunvolución frontal inferior (BA 44, 45 y 47), el lóbulo temporal anterior (BA 38), el lóbulo parietal inferior (BA 39 y 40) y la circunvolución de Heschl (BA 41 y 42) (Rosselli y Ardila, 2018).

Burgaleta et al. (2016) demostraron que el manejo de más de una lengua desde la primera infancia también tiene un impacto en las estructuras subcorticales. Una comparación de bilingües y monolingües reveló estructuras subcorticales significativamente más amplias para bilingües en comparación con monolingües, localizadas en putamen y tálamos bilaterales, así como en el globo pálido izquierdo y el núcleo caudado derecho. Estos hallazgos sugieren que quizás el sistema fonológico más complejo en los bilingües puede conducir a un mayor desarrollo de una red cerebral subcortical involucrada en el seguimiento de los

procesos articulatorios.

Los estudios funcionales han demostrado que el manejo de más de una lengua, particularmente desde la primera infancia, tiene impacto en los patrones de activación cerebral. Como se anticipó, el procesamiento del lenguaje en bilingües es más complejo que en monolingües y recluta áreas cerebrales más grandes. Por ejemplo, los bilingües tardíos, pero no los tempranos, demuestran una mayor actividad de muchos sustratos neuronales cuando hablan en una L2 en comparación con una L1 (Abutalebi, 2008). Tales diferencias han sido particularmente notables en regiones como la circunvolución frontal inferior (IFG)

(Hernandez y Li, 2007) y la circunvolución temporal superior (Abutalebi et al., 2013) particularmente del hemisferio izquierdo. Varios estudios de resonancia magnética funcional también han demostrado una mayor activación de las áreas motoras del habla en los bilingües tardíos que en los controles monolingües. Kovelman et al. (2008) encontraron que, aunque tanto los bilingües como los monolingües mostraron un aumento en la activación del giro inferior frontal izquierdo (particularmente las áreas de Brodman 44/45) durante una tarea de juicio de oraciones, los bilingües revelaron una activación de mayor intensidad en BA 45. Torres et al. (2021) encontraron mayor tamaño en la circunvolución frontal inferior izquierda en bilingües comparado con monolingües. Además, se han encontrado patrones diferentes de conectividad funcional en reposo entre las áreas cerebrales frontal y posterior en adultos bilingües en relación con los monolingües (Luk et al., 2011). Los patrones de conectividad cerebral en los bilingües tempranos pueden diferir del patrón observado en los bilingües tardíos. Por ejemplo, Berken et al. (2016) encontraron una conectividad funcional más fuerte para bilingües simultáneos relacionados con bilingües secuenciales, entre el IFG izquierdo y derecho, así como entre la circunvolución frontal inferior y las áreas cerebrales involucradas en el control del lenguaje, incluida la corteza prefrontal dorsolateral, el lóbulo parietal inferior y el cerebelo. Para los bilingües secuenciales, hubo una correlación significativa entre la edad de adquisición de L2 y la conectividad funcional entre el giro frontal inferior izquierdo y el giro frontal inferior derecho y el lóbulo parietal inferior derecho; entre más temprano era la adquisición de la segunda lengua más fuerte fue la conectividad

funcional.

La mayor parte de la evidencia indica que la adquisición y el uso de una segunda lengua, e incluso de varias lenguas, recluta las mismas estructuras neuronales implicadas en la adquisición de la primera lengua (Abutalebi et al., 2013). Existe consenso en que las diferencias funcionales en el cerebro bilingüe se manifiestan como alteraciones en la activación regional del cerebro más que en la localización de las áreas del lenguaje involucradas, aunque existen algunas diferencias en el grado de participación hemisférica en los bilingües tempranos en comparación con los tardíos y monolingües (Hull y Vaid, 2007).

### **Conclusiones**

El bilingüismo afecta las habilidades cognitivas y el funcionamiento del cerebro a lo largo de la vida. Los efectos del bilingüismo se observan en diversas áreas, pero especialmente en las funciones ejecutivas y, evidentemente, en las habilidades verbales. Las funciones ejecutivas –procesos cognitivos complejos– representan formas de cognición mediadas; el lenguaje es el mediador más importante de la cognición, y está claro que tener y usar dos idiomas puede afectar la cognición compleja.

Este efecto de bilingüismo se encuentra desde la niñez, pero es diferente dependiendo no solo de la edad sino también del dominio del idioma, la edad de adquisición del segundo idioma y la exposición a cada idioma. Se ha sugerido que el bilingüismo tiene un efecto protector durante el envejecimiento normal y anormal. A nivel del sistema nervioso central, se han encontrado algunas diferencias significativas en la materia gris y blanca y en



los patrones de activación cerebral cuando se compara a bilingües con monolingües. Además, se han descrito diferencias en el funcionamiento del cerebro cuando se utilizan L1 y L2.

## Referencias

- Abutalebi, J. (2008). Neural aspects of second language representation and language control. *Acta Psychologica*, 128(3), 466-478. <https://doi.org/10.1016/j.actpsy.2008.03.014>
- Abutalebi, J., Della Rosa, P. A., Ding, G., Weekes, B., Costa, A., y Green, D. W. (2013). Language proficiency modulates the engagement of cognitive control areas in multilinguals. *Cortex*, 49(3), 905-911. <https://doi.org/10.1016/j.cortex.2012.08.018>
- Abutalebi, J., Della Rosa, P. A., Green, D. W., Hernandez, M., Scifo, P., Keim, R., y Costa, A. (2011). Bilingualism tunes the anterior cingulate cortex for conflict monitoring. *Cerebral Cortex*, 22(9), 2076-86. <https://doi.org/10.1093/cercor/bhr287>
- Amunts, K., Schlaug, G., Jäncke, L., Steinmetz, H., Schleicher, A., Dabringhaus, A., y Zilles, K. (1997). Motor cortex and hand motor skills: structural compliance in the human brain. *Human Brain Mapping*, 5(3), 206-215. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1097-0193\(1997\)5:3<206::AID-HBM5>3.0.CO;2-7](https://doi.org/10.1002/(SICI)1097-0193(1997)5:3<206::AID-HBM5>3.0.CO;2-7)
- Antón, E., Duñabeitia, J. A., Estévez, A., Hernández, J. A., Castillo, A., Fuentes, L. J., Davidson, D. J., y Carreiras, M. (2014). Is there a bilingual advantage in the ANT task? Evidence from children. *Frontiers in Psychology*, 5, 398. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2014.00398>
- Antoniou, K., Grohmann, K. K., Kambanaros, M., y Katsos, N. (2016). The effect of childhood bilingualism and multilingualism on executive control. *Cognition*, 149, 18-30. <https://doi.org/10.1016/j.cognition.2015.12.002>
- Ardila, A. (2007). Bilingualism across life-span under normal and abnormal conditions En A. Ardila y E. Ramos (Eds.), *Speech and Language Disorders in Bilinguals*. (pp. 151-160). Nova Science Publishers.
- Bailey, J. A., Zatorre, R. J., y Penhune, V. B. (2014). Early musical training is linked to gray matter structure in the ventral premotor cortex and auditory-motor rhythm synchronization performance. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 26(4), 755-767. [https://doi.org/10.1162/jocn\\_a\\_00527](https://doi.org/10.1162/jocn_a_00527)
- Berchicci, M., Quinzi, F., Dainese, A., y Di Russo, F. (2017). Time-source of neural plasticity in complex bimanual coordinative tasks: Juggling. *Behavioural Brain Research*, 328, 87-94. <https://doi.org/10.1016/j.bbr.2017.04.011>
- Berken, J. A., Chai, X., Chen, J. K., Gracco, V. L. y Klein, D. (2016). Effects of early and late bilingualism on resting-state functional connectivity. *Journal of Neuroscience*, 36(4), 1165-1172. <https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.1960-15.2016>
- Bialystok, E. (1999). Cognitive complexity and attentional control in the bilingual mind. *Child Development*, 70, 636-644.
- Bialystok, E., Craik, F. I., Green, D. W., y Gollan, T. H. (2009). Bilingual minds. *Psychological Science in the Public Interest*, 10(3), 89-129. <https://doi.org/10.1177/1529100610387084>

- Bialystok, E., Craik, F. I., Klein, R., y Viswanathan, M. (2004). Bilingualism, aging, and cognitive control: Evidence from the Simon task. *Psychology and Aging*, 19(2), 290–303. <https://doi.org/10.1037/0882-7974.19.2.290>
- Bialystok, E., Craik, F. I., y Ryan, J. (2006). Executive control in a modified antisaccade task: Effects of aging and bilingualism. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 32(6), 1341-1354. <https://doi.org/10.1037/0278-7393.32.6.1341>
- Bialystok, E., Craik, F., y Luk, G. (2008). Cognitive control and lexical access in younger and older bilinguals. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 34(4), 859-873. <https://doi.org/10.1037/0278-7393.34.4.859>
- Bialystok, E., Luk, G., Peets, K. F., y Yang, S. (2010). Receptive vocabulary differences in monolingual and bilingual children. *Bilingualism: Language and Cognition*, 13(4), 525-531. <https://doi.org/10.1017/S1366728909990423>
- Bialystok, E., y Feng, X. (2009). Language proficiency and executive control in proactive interference: Evidence from monolingual and bilingual children and adults. *Brain and Language*, 109(2), 93-100. <https://doi.org/10.1016/j.bandl.2008.09.001>
- Bialystok, E., y Shapero, D. (2005). Ambiguous benefits: The effect of bilingualism on reversing ambiguous figures. *Developmental Science*, 8(6), 595-604. <https://doi.org/10.1111/j.1467-7687.2005.00451.x>
- Brito, N., y Barr, R. (2012). Influence of bilingualism on memory generalization during infancy *Developmental Science*, 15(6), 812–816. <https://doi.org/10.1111/j.1467-7687.2012.1184.x>
- Burgaleta, M., Sanjuán, A., Ventura-Campos, N., Sebastian-Galles, N., y Ávila, C. (2016). Bilingualism at the core of the brain. Structural differences between bilinguals and monolinguals revealed by subcortical shape analysis. *NeuroImage*, 125, 437-445. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2015.09.073>
- Byers-Heinlein, K., y Fennell, C. T. (2014). Perceptual narrowing in the context of increased variation: Insights from bilingual infants. *Developmental Psychobiology*, 56(2), 274-291. <https://doi.org/10.1002/dev.21167>
- Colzato, L. S., Bajo, M. T., van den Wildenberg, W., Paolieri, D., Nieuwenhuis, S., La Heij, W., y Hommel, B. (2008). How does bilingualism improve executive control? A comparison of active and reactive inhibition mechanisms. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 34(2), 302-312. <https://doi.org/10.1037/0278-7393.34.2.302>
- Costa, A., Hernández, M., Costa-Faidella, J., y Sebastián-Gallés, N. (2009). On the bilingual advantage in conflict processing: Now you see it, now you don't. *Cognition*, 113(2), 135-149. <https://doi.org/10.1016/j.cognition.2009.08.001>
- De Abreu, P. M. E., Conway, A. R., y Gathercole, S. E. (2010). Working memory and fluid intelligence in young children. *Intelligence*, 38(6), 552-561. <https://doi.org/10.1016/J.INTELL.2010.07.003>

- DeCasper, A., y Fifer, W. (2004). Of human bonding: Newborns prefer their mothers' voices. En M. Gauvain y M. Cole (Eds.), *Readings on the Development of Children* (pp. 56-76). Worth Publishers.
- Dehaene-Lambertz, G., Dehaene, S., y Hertz-Pannier, L. (2002). Functional neuroimaging of speech perception in infants. *Science*, 298(5600), 2013–2015. <https://doi.org/10.1126/science.1077066>
- Elbert, T., Pantev, C., Wienbruch, C., Rockstroh, B., y Taub, E. (1995). Increased cortical representation of the fingers of the left hand in string players. *Science*, 270(5234), 305–307. <https://doi.org/10.1126/science.270.5234.305>
- Real Academia Española. (2001). *Diccionario de la lengua española* (22 ed.). Real Academia Española.
- Gerber, P., Schlaffke, L., Heba, S., Greenlee, M. W., Schultz, T., y Schmidt-Wilcke, T. (2014). Juggling revisited—A voxel-based morphometry study with expert jugglers. *NeuroImage*, 95, 320-325. <http://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2014.04.023>
- Gold, B. T. (2015). Lifelong bilingualism and neural reserve against Alzheimer's disease: A review of findings and potential mechanisms. *Behavioural Brain Research*, 281, 9-15. <https://doi.org/10.1016/j.bbr.2014.12.006>
- Golestani, N., Paus, T., y Zatorre, R. J. (2002). Anatomical correlates of learning novel speech sounds. *Neuron*, 35(5), 997-1010. [https://doi.org/10.1016/s0896-6273\(02\)00862-0](https://doi.org/10.1016/s0896-6273(02)00862-0)
- Golestani, N., y Pallier, C. (2007). Anatomical correlates of foreign speech sound production. *Cerebral Cortex*, 17(4), 929-934. <https://doi.org/10.1093/cercor/bhl003>
- Gollan, T. H., Fennema-Notestine, C., Montoya, R. I., y Jernigan, T. L. (2007). The bilingual effect on Boston Naming Test performance. *Journal of the International Neuropsychological Society*, 13(02), 197-208. <https://doi.org/10.1017/S1355617707070038>
- Gollan, T. H., Montoya, R. I., Cera, C., y Sandoval, T. C. (2008). More use almost always means a smaller frequency effect: Aging, bilingualism, and the weaker links hypothesis. *Journal of Memory and Language*, 58(3), 787-814. <https://doi.org/10.1016/j.jml.2007.07.001>
- Herholz, S. C., y Zatorre, R. J. (2012). Musical training as a framework for brain plasticity: Behavior, function, and structure. *Neuron*, 76(3), 486–502. <https://doi.org/10.1016/j.neuron.2012.10.011>
- Hernandez, A. E. (2013). *The Bilingual Brain*. Oxford: Oxford University Press.
- Hernandez, A. E., y Li, P. (2007). Age of acquisition: Its neural and computational mechanisms. *Psychological Bulletin*, 133(4), 638-650. <https://doi.org/10.1037/0033-2909.133.4.638>
- Hiscock, M., y Kinsbourne, M. (1995). Phylogeny and ontogeny of cerebral lateralization. En R. J. Davidson y K. Hugdahl (Eds.), *Brain asymmetry* (pp. 535–578). The MIT Press.
- Hoff, E., Core, C., Place, S., Rumiche, R., Señor, M., y Parra, M. (2012). Dual language exposure and early bilingual development. *Journal of Child Language*, 39(1), 1-27. <https://doi.org/10.1017/S0305000910000759>
- Hull, R., y Vaid, J. (2007). Bilingual language lateralization: A meta-analytic tale of two

- hemispheres. *Neuropsychologia*, 45(9), 1987-2008.  
<https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2007.03.002>
- Huttenlocher, P. R., y Dabholkar, A. S. (1997). Regional differences in synaptogenesis in human cerebral cortex. *Journal of comparative Neurology*, 387(2), 167-178.  
[https://doi.org/10.1002/\(sici\)1096-9861\(19971020\)387:2<167::aid-cne1>3.0.co;2-z](https://doi.org/10.1002/(sici)1096-9861(19971020)387:2<167::aid-cne1>3.0.co;2-z)
- Jurado, M. B., y Rosselli, M. (2007). The elusive nature of executive functions: A review of our current understanding. *Neuropsychology Review*, 17(3), 213-233. <https://doi.org/10.1007/s11065-007-9040-z>
- Kelly, D. J., Quinn, P. C., Slater, A. M., Lee, K., Ge, L., y Pascalis, O. (2007). The other-race effect develops during infancy: Evidence of perceptual narrowing. *Psychological Science*, 18(12), 1084–1089. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9280.2007.02029.x>
- Kim, D. E., Shin, M. J., Lee, K. M., Chu, K., Woo, S. H., Kim, Y. R., Song, E. C., Lee, J. W., Park, S. H., y Roh, J. K. (2004). Musical training-induced functional reorganization of the adult brain: Functional magnetic resonance imaging and transcranial magnetic stimulation study on amateur string players. *Human Brain Mapping*, 23(4), 188–199. <https://doi.org/10.1002/hbm.20058>
- Kousaie, S., y Phillips, N. A. (2012). Ageing and bilingualism: Absence of a “bilingual advantage” in Stroop interference in a nonimmigrant sample. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 65(2), 356-369. <https://doi.org/10.1080/17470218.2011.604788>
- Kovács, Á. M., y Mehler, J. (2009). Cognitive gains in 7-month-old bilingual infants. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 106 (16), 6556-6560. <https://doi.org/10.1073/pnas.0811323106>
- Kovelman, I., Baker, S. A., y Petitto, L. A. (2008). Bilingual and monolingual brains compared: A functional magnetic resonance imaging investigation of syntactic processing and a possible “neural signature” of bilingualism. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 20 (1), 153-169. <https://doi.org/10.1162/jocn.2008.20011>
- Kuhl, P. K., Conboy, B. T., Coffey-Corina, S., Padden, D., Rivera-Gaxiola, M., y Nelson, T. (2008). Phonetic learning as a pathway to language: New data and native language magnet theory expanded (NLM-e). *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B, Biological Sciences*, 363(1493), 979–1000. <https://doi.org/10.1098/rstb.2007.2154>
- Li, P., Legault, J., y Litcofsky, K. A. (2014). Neuroplasticity as a function of second language learning: Anatomical changes in the human brain. *Cortex*, 58, 301-324. <https://doi.org/10.1016/j.cortex.2014.05.001>
- Lövdén, M., Wenger, E., Mårtensson, J., Lindenberger, U., y Bäckman, L. (2013). Structural brain plasticity in adult learning and development. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, 37(9 Pt B), 2296–2310. <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2013.02.014>
- Luk, G., De Sa, E. R. I. C., y Bialystok, E. (2011). Is there a relation between onset age of bilingualism and enhancement of cognitive control? *Bilingualism: Language and Cognition*, 14(4), 588-595.

- <https://doi.org/10.1017/S1366728911000010>
- Luria, A. R. (1976). *Cognitive development: Its cultural and social foundations*. Harvard
- Luria, A. R. (1979). *The Making of Mind*. Harvard University Press.
- Maguire, E. A., Woollett, K., & Spiers, H. J. (2006). London taxi drivers and bus drivers: A structural MRI and neuropsychological analysis. *Hippocampus*, 16(12), 1091–1101. <https://doi.org/10.1002/hipo.20233>
- Mechelli, A., Crinion, J. T., Noppeney, U., O'Doherty, J., Ashburner, J., Frackowiak, R. S., y Price, C. J. (2004). Neurolinguistics: structural plasticity in the bilingual brain. *Nature*, 431 (7010), 757-757. <https://doi.org/10.1038/431757a>
- Meyer, M. M., y Fienberg, S. E. (1992). *Assessing Evaluation Studies: The Case of Bilingual Education Strategies*. National Academy Press.
- Mungas, D., Early, D. R., Glymour, M. M., Zeki Al Hazzouri, A., y Haan, M. N. (2018). Education, bilingualism, and cognitive trajectories: Sacramento Area Latino Aging Study (SALSA). *Neuropsychology*, 32(1), 77-88. <https://doi.org/10.1037/neu0000356>
- Okanda, M., Moriguchi, Y., y Itakura, S. (2010). Language and cognitive shifting: Evidence from young monolingual and bilingual children. *Psychological Reports*, 107(1), 68-78. <https://doi.org/10.2466/03.10.28.PR0.107.4.68-78>
- Oller, D. K., Eilers, R. E., Urbano, R., y Cobo-Lewis, A. B. (1997). Development of precursors to speech in infants exposed to two languages. *Journal of Child Language*, 24 (2), 407-425. <https://doi.org/10.1017/s0305000997003097>
- Oller, D. K., y Eilers, R. E. (Eds.). (2002). *Language and literacy in bilingual children (Vol. 2)*. Multilingual Matters.
- Paap, K. R., y Greenberg, Z. I. (2013). There is no coherent evidence for a bilingual advantage in executive processing. *Cognitive Psychology*, 66(2), 232-258. <https://doi.org/10.1016/j.cogpsych.2012.12.002>
- Paap, K. R., Johnson, H. A., y Sawi, O. (2016). Should the search for bilingual advantages in executive functioning continue? *Cortex*, 74, 305-314. <https://doi.org/10.1016/j.cortex.2015.09.010>
- Paraskevopoulos, E., Chalas, N. y Bamidis, P. (2017). Functional connectivity of the cortical network supporting statistical learning in musicians and non-musicians: An MEG study. *Scientific Report*, 7(1), 16268. <https://doi.org/10.1038/s41598-017-16592-y>
- Pavlenko, A. (Ed.). (2011). *Thinking and speaking in two languages (vol. 77)*. Multilingual Matters.
- Perani, D., Farsad, M., Ballarini, T., Lubian, F., Malpetti, M., Fracchetti, A., Magnani, G., March, A., y Abutalebi, J. (2017). The impact of bilingualism on brain reserve and metabolic connectivity in Alzheimer's dementia. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 114(7), 1690-1695. <https://doi.org/10.1073/pnas.1610909114>
- Petitto, L. A., Berens, M. S., Kovelman, I., Dubins, M. H., Jasinska, K., y Shalinsky, M. (2012). The "Perceptual Wedge Hypothesis" as the basis for bilingual babies' phonetic processing advantage: New insights from fNIRS brain imaging. *Brain and Language*, 121(2), 130–143.



- <https://doi.org/10.1016/j.bandl.2011.05.003>
- Pliatsikas, C., Moschopoulou, E., y Saddy, J. D. (2015). The effects of bilingualism on the white matter structure of the brain. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 112 (5), 1334-1337. <https://doi.org/10.1073/pnas.1414183112>
- Poulin-Dubois, D., Bialystok, E., Blaye, A., Polonia, A., y Yott, J. (2013). Lexical access and vocabulary development in very young bilinguals. *International Journal of Bilingualism*, 17 (1), 57-70. <https://doi.org/10.1177/1367006911431198>
- Prior, A., y MacWhinney, B. (2010) A bilingual advantage in task switching. *Bilingualism: Language and Cognition* 13 (2), 253–262. <https://doi.org/10.1017/S1366728909990526>
- Rosenzweig, M. R., y Bennett, E. L. (1972). Cerebral changes in rats exposed individually to an enriched environment. *Journal of Comparative and Physiological Psychology*, 80(2), 304. <https://doi.org/10.1037/h0032978>
- Rosselli, M., Ardila, A., Araujo, K., Weekes, V. A., Caracciolo, V., Padilla, M., y Ostrosky-Solí, F. (2000). Verbal fluency and repetition skills in healthy older Spanish-English bilinguals. *Applied Neuropsychology*, 7(1), 17-24. [https://doi.org/10.1207/S15324826AN0701\\_3](https://doi.org/10.1207/S15324826AN0701_3)
- Rosselli, M., Ardila, A., Lalwani, L. N., y Vélez-Uribe, I. (2016). The effect of language proficiency on executive functions in balanced and unbalanced Spanish–English bilinguals. *Bilingualism: Language and Cognition*, 19(3), 489–503. <https://doi.org/10.1017/S1366728915000309>
- Rosselli, M., Ardila, A., Matute, E., y Vélez-Uribe, I. (2014). Language Development across the Life Span: A Neuropsychological / Neuroimaging Perspective. *Neuroscience Journal*, Article ID 585237. <https://doi.org/10.1155/2014/585237>
- Rosselli, M., y Ardila, A. (2018). Neuropsychology of bilingualism. En J. P. Lantolf, M. W. Poehner y M. Swain (Eds.), *The Routledge Handbook of Sociocultural Theory and Second Language Development* (pp. 119-135). Routledge.
- Salvatierra, J. L., y Rosselli, M. (2010). The effect of bilingualism and age on inhibitory control. *International Journal of Bilingualism*, 15(1), 26-37. <https://doi.org/10.1177/1367006910371021>
- Salvatierra, J., Rosselli, M., Acevedo, A., y Duara, R. (2007). Verbal Fluency in bilingual Spanish/English Alzheimer's disease patients. *American Journal of Alzheimer's Disease and Other Dementias*, 22(3), 190–201. <https://doi.org/10.1177/1533317507301792>
- Schlaug, G. (2001). The brain of musicians: A model for functional and structural adaptation. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 930(1), 281-299.
- Scholz, J., Klein, M. C., Behrens, T. E., y Johansen-Berg, H. (2009). Training induces changes in white-matter architecture. *Nature Neuroscience*, 12(11), 1370–1371. <https://doi.org/10.1038/nn.2412>
- Schonberg, C., Sandhofer, C. M., Tsang, T., y Johnson, S. P. (2014). Does bilingual experience affect early visual perceptual development? *Frontiers in Psychology*, 5, 1429. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2014.01429>

- Sebastián-Gallés, N., Albareda-Castellot, B., Weikum, W. M., y Werker, J. F. (2012). A bilingual advantage in visual language discrimination in infancy. *Psychological Science*, 23 (9), 994-999. <https://doi.org/10.1177/0956797612436817>
- Singh, L., Fu, C. S., Rahman, A. A., Hameed, W. B., Sanmugam, S., Agarwal, P., y Rifkin-Graboi, A. (2015). Back to basics: a bilingual advantage in infant visual habituation. *Child Development*, 86(1), 294-302. <https://doi.org/10.1111/cdev.12271>
- Singh, L., Liederman, J., Mierzejewski, R., y Barnes, J. (2011). Rapid reacquisition of native phoneme contrasts after disuse: You do not always lose what you do not use. *Developmental Science*, 14(5), 949-959. <https://doi.org/10.1111/j.1467-7687.2011.01044.x>
- Slater, A. (1998). The competent infant: Innate organization and early learning in infant visual perception. En A. Slater (Ed.), *Perceptual development: Visual, auditory and speech perception in infancy* (105-130). Psychology Press.
- Stein, M., Federspiel, A., Koenig, T., Wirth, M., Strik, W., Wiest, R., y Dierks, T. (2012). Structural plasticity in the language system related to increased second language proficiency. *Cortex*, 48 (4), 458-465. <https://doi.org/10.1016/j.cortex.2010.10.07>
- Stein, M., Winkler, C., Kaiser, A., y Dierks, T. (2014). Structural brain changes related to bilingualism: Does immersion make a difference? *Frontiers in Psychology*, 5, 1116. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2014.01116>
- Stern, Y. (2009). Cognitive reserve. *Neuropsychologia*, 47(10), 2015-2028. <https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2009.03.004>
- Torres, V. L., Rosselli, M., Loewenstein, D. A., Lang, M., Vélez-Urbe, I., y Duara, R. (2021). The contribution of bilingualism to cognitive functioning and regional brain volume in normal and abnormal aging. *Bilingualism: Language and Cognition*, 1–20. Avance publicación online. <https://doi.org/10.1017/S1366728921000705>
- van den Noort, M., Struys, E., Bosch, P., Jaswetz, L., Perriard, B., Yeo, S., Barisch, P., Vermeire, K., Lee, S. H., y Lim, S. (2019). Does the bilingual advantage in cognitive control exist and if so, what are its modulating factors? A systematic review. *Behavioral Sciences*, 9(3), 27. <https://doi.org/10.3390/bs9030027>
- Videsott, G., Della Rosa, P. A., Wiater, W., Franceschini, R., y Abutalebi, J. (2012). How does linguistic competence enhance cognitive functions in children? A study in multilingual children with different linguistic competences. *Bilingualism: Language and Cognition*, 15(4), 884–895. <https://doi.org/10.1017/S1366728912000119>
- Vygotsky, L. S. (1934/2012). *Thought and language*. MIT Press
- Wan, C. Y., & Schlaug, G. (2010). Music making as a tool for promoting brain plasticity across the life span. *Neuroscientist*, 16(5), 566–577. <https://doi.org/10.1177/1073858410377805>
- Weinreich, U. (1953). The Russification of Soviet minority languages *Problems of Communism*, 2(6), 46-57.
- Yang, S., y Yang, H. (2016). Bilingual effects on deployment of the attention system in linguistically and culturally homogeneous children and adults. *Journal of Experimental Child Psychology*, 146, 121-

136.

<https://doi.org/10.1016/j.jecp.2016.01.011>

[1](#)

Yang, S., Yang, H., y Lust, B. (2011). Early childhood bilingualism leads to advances in executive attention: Dissociating culture and language. *Bilingualism: Language and Cognition*, 14 (3), 412-422. <https://doi.org/10.1017/S1366728910000611>

Zahodne, L. B., Schofield, P. W., Farrell, M. T., Stern, Y., y Manly, J. J. (2014). Bilingualism does not alter cognitive decline or dementia risk among Spanish-speaking immigrants. *Neuropsychology*, 28 (2), 238-246. <https://doi.org/10.1037/neu0000014>

Zatorre, R. J., Chen, J. L., & Penhune, V. B. (2007). When the brain plays music: auditory-motor interactions in music perception and production. *Nature Reviews Neuroscience*, 8(7), 547-558. <https://doi.org/10.1038/nrn2152>