

¿EXISTEN PUENTES DIRECTOS ENTRE NEUROCIENCIAS Y EDUCACIÓN? FALSAS CREENCIAS, RETOS Y OPORTUNIDADES

ARE THERE BRIDGES BETWEEN NEUROSCIENCE AND EDUCATION? FALSE BELIEFS, CHALLENGES, AND OPPORTUNITIES

Arias Silva, Neil

 **Neil Arias Silva** narias@ucm.cl
Universidad Católica del Maule, Chile

Revista Académica UCMAule

Universidad Católica del Maule, Chile

ISSN-e: 0719-9872

Periodicidad: Semestral

vol. 62, 2022

revista@ucm.cl

Recepción: 16 Noviembre 2021

Aprobación: 09 Mayo 2022

URL: <http://portal.amelica.org/ameli/journal/600/6003357007/>

DOI: <https://doi.org/10.29035/ucmaule.62.132>



Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional.

Resumen: El objetivo de este estudio se centró en realizar un análisis de la evidencia sobre las posibles convergencias entre neurociencias y educación. Esta discusión es necesaria ya que actualmente existe una amplia proliferación de falsas creencias basadas en estudios sobre el cerebro que no necesariamente pueden determinar enfoques y metodologías para la enseñanza. Tales creencias se han insertado de manera muy profunda en la educación, generando un fuerte impacto en la toma de decisiones pedagógicas. El puente entre ambas disciplinas aún se encuentra en una etapa de desarrollo y consolidación, y aunque existen ciertos elementos particularmente desde la neurociencia cognitiva que pueden confluir en educación, se debe resguardar que estos hallazgos no deben ser prescriptivos, sino que deben ser trabajados y contextualizados en cada comunidad escolar, considerando las diversas variables involucradas en los procesos de aprendizaje.

Palabras clave: neuromitos, neurociencia cognitiva, atención, funciones ejecutivas, memoria de trabajo, carga cognitiva.

Abstract: The objective of this study was focused on conducting an analysis on the evidence about possible convergences between neuroscience and education. This discussion is necessary because there has been a wide increase of false beliefs based on brain studies that do not necessarily apply to teaching approaches and methodologies. Such beliefs have entered education resulting in a negative impact on pedagogical decision making. The link between both disciplines is still developing and consolidating and although there are certain elements that could connect both fields, particularly from cognitive neuroscience, findings should not be prescriptive yet, but they should be contextualized and developed in every school community, considering the myriad of variables involved in the learning process.

Keywords: neuromyths, cognitive neuroscience, attention, executive functions, working memory, cognitive load.

1. INTRODUCCIÓN

Actualmente existe una amplia discusión sobre si existen puentes entre neurociencias y educación. Esto surge a partir del interés de parte de los profesores y comunidades educativas por conocer cómo funciona nuestro cerebro, además de dar respuesta a cuáles son los mecanismos neurobiológicos que permiten que acontezca el aprendizaje para dar forma y proponer enfoques, estrategias y metodologías que mejoren dicho proceso.

Esto, en cierta medida ha causado que se expandan y proliferen algunas concepciones erradas sobre puentes directos entre neurociencias y educación, generando lo que hoy se conoce como neuromitos. Macdonald et al. (2017) plantean que los neuromitos son ideas erradas sobre investigación cerebral y sus aplicaciones en educación y el aprendizaje.

Asimismo, el proyecto Cerebro y Aprendizaje de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (2002) acentúa que existen muchos errores sobre el conocimiento del cerebro entre profesionales de la educación (Dekker et al., 2012). Algunos de los neuromitos más populares son: la teoría de los estilos de aprendizaje, Brain Gym® o gimnasia cerebral y dominancia hemisférica. Estas falsas creencias sobre cómo funciona el cerebro han entrado a las aulas debido a diversas lecturas desacertadas sobre la investigación neurocientífica aplicada a la educación, y debido a su influencia han tenido impactos negativos pues generan una pérdida de esfuerzo, tiempo y dinero ya que son prácticas extrapoladas directamente a la enseñanza, que no necesariamente consideran el número de variables existentes en un contexto educativo.

A raíz de lo señalado es que surgen las siguientes preguntas: ¿hay realmente una convergencia entre neurociencias y educación? ¿Existen aportes directos que logren generar puentes entre ambas disciplinas? ¿Puede la neurociencia ser prescriptiva en el contexto educativo?

Para dar respuesta a lo anterior y en base a la evidencia, sí existen aportes con mayor rigor metodológico que podrían generar puentes entre estas dos disciplinas, particularmente desde estudios sobre la conducta y la neurociencia cognitiva en la comprensión de los procesos mentales. Por ejemplo, aspectos como la atención, memoria y funciones ejecutivas (FE) podrían conectar ambas ciencias ya que son habilidades que se pueden entrenar.

Por un lado, Huizinga et al. (2018) destacan el rol de la memoria de trabajo, flexibilidad cognitiva y control inhibitorio como ejes esenciales en el éxito académico. Los autores mencionan que estas FE se desarrollan mediante la maduración cerebral y además por factores del ambiente, lo cual vuelve al contexto educativo un espacio ideal para su estimulación.

Asimismo, otro elemento clave que sigue a la memoria de trabajo es la teoría de la carga cognitiva. Esta teoría tiene implicancias significativas para la enseñanza, ya que provee evidencia tanto teórica como empírica para apoyar modelos de enseñanza explícita (Centre for Education Statistics and Evaluation, 2017), además de tener un carácter instruccional que se basa en el conocimiento de la cognición humana (Sweller et al., 2011). No obstante, los educadores deben ser cautos y resguardar que la neurociencia no debe ser prescriptiva en educación, pues el aprendizaje como objeto de estudio es uno de muchos factores en el contexto escolar.

1.1. ¿Cuáles son los puntos de encuentro entre la neurociencia y la educación?

Actualmente, hay grandes desafíos en la educación contemporánea que implican replantear de múltiples maneras la actividad pedagógica. Bajo este nuevo paradigma sobre cómo enseñamos y aprendemos es que han surgido diversos principios con estrategias basadas en las neurociencias que sugieren vinculaciones entre ambos campos. Existen, por un lado, las concepciones erradas sobre cómo aprendemos y que deben ser expuestas debido al impacto negativo que están generando en educación. Por otra parte, también existen aproximaciones que podrían conectar ambas disciplinas en base a evidencia que permitiría a los docentes generar puentes con la educación. En primer lugar, Pérez et al. (2019) plantean que se debe tomar conciencia sobre las diferencias y similitudes entre educación y neurociencias para generar una fundamentación que logre integrar la actividad pedagógica, el cerebro y el aprendizaje. Para esto, Campos (2010) postula que para lograr lo anterior los docentes deben conocer cuáles son las vinculaciones entre cerebro y aprendizaje como punto de partida; esto considera conocer cómo procesamos, registramos, conservamos y evocamos la información. Así pues, desde esta óptica Ortiz (2011) propone que “el maestro debe dedicar más tiempo a enseñar el cómo que aumentar el qué” (p. 260).

Por otra parte, Maldonado (2019) sostiene que un área de convergencia entre la neurociencia y la educación es el estudio de la conducta (ver Figura 1). Según el autor, esta disciplina ha buscado dar respuestas sobre cómo las personas aprenden y atienden a estímulos; sin embargo, también afirma que este conocimiento debe ser inmerso en teorías pedagógicas con rigor metodológico, que permita conjuntamente confluir la actividad neurocientífica y la investigación en el aula.

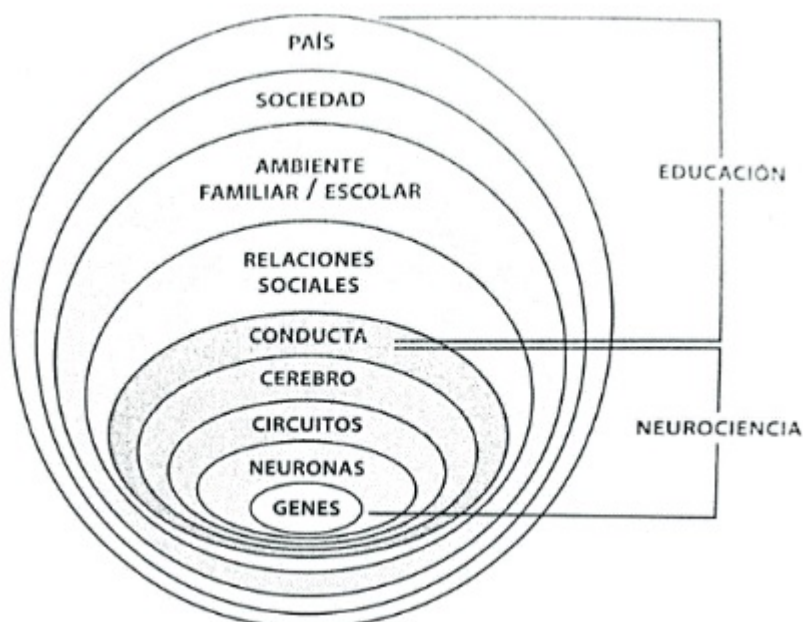


Figura 1

Focos de estudios de la neurociencia y la educación

Maldonado (2019). ¿Por qué tenemos el cerebro en la cabeza? Preguntas y respuestas sobre el sistema más complejo del universo

Desde que el conexionismo se impuso por sobre la mirada modular del cerebro, las neurociencias comenzaron a aproximarse a la cognición y evidentemente han favorecido en desarrollar el estudio del funcionamiento cerebral en las personas (Glaría, 2000). Tanto las ciencias cognitivas como las neurociencias buscan explicaciones sobre las representaciones mentales, tales como procesos emergentes y el funcionamiento cerebral que permite que estos ocurran (Churchland & Sejnowski, 1988). A partir de este acercamiento, las ciencias de la educación podrían desarrollar conjuntamente investigaciones con propósitos y objetivos que favorezcan los procesos de enseñanza y aprendizaje en entornos escolares.

Así, Dehaene (2015) afirma que el profesorado, además de conocer el trabajo en aula, debe alcanzar ciertos conocimientos sobre cómo funciona el cerebro. El autor plantea que, a lo largo de la evolución, el cerebro de los seres humanos ha desarrollado funciones que maximizan nuestra capacidad para extraer información de los entornos, lo cual podría tener un impacto en los aprendizajes. Un ejemplo de estas funciones es la atención.

La atención es un recurso que nos permite amplificar la información y además es una habilidad compleja que presenta características selectivas, voluntarias y limitadas (Rojas-Barahona et al., 2017). El recurso atencional es de alta importancia, particularmente en educación, ya que es la primera vía para alcanzar los aprendizajes. De este modo, la atención es el mecanismo de acceso para llevar a cabo cualquier actividad mental, es lo que antecede a la cognición y además funciona como un sistema de filtro que nos permite seleccionar, priorizar y procesar la información (Portellano & García, 2014).

Uno de los sistemas atencionales es la red de orientación, cuya función es seleccionar a qué le prestamos atención con el fin de filtrar y amplificar la información; esta atención modula altamente los aprendizajes (Dehaene, 2019). Vinculado a lo anterior, en un estudio de Yoncheva et al. (2010) se le enseñó a un grupo de individuos un sistema de escritura, el cual contenía diversas curvas. En primera instancia, los participantes eran entrenados con dieciséis palabras para después escanearles el cerebro mientras leían las palabras aprendidas y otras dieciséis nuevas. El estudio fue realizado a dos grupos y se orientó la atención de los sujetos a ciertas tareas. Por un lado, el primer grupo debía concentrarse en todas las curvas de las palabras para obtener el significado de ellas. Por otra parte, al segundo grupo se le explicó que las palabras estaban compuestas por tres letras. Los resultados de este estudio mostraron que ambos grupos lograron recordar el significado de las primeras dieciséis palabras, sin embargo, al momento de descifrar las nuevas palabras, el primer grupo no logró interpretar el significado de ninguna de ellas, mientras que el segundo grupo, cuya tarea era enfocarse solo en las letras, alcanzó una correspondencia del 79 %. Esto se explica ya que el primer grupo debió ocupar más recursos atencionales intentando descifrar cada curva en los símbolos, mientras que el segundo grupo debía solamente prestar atención a la cantidad de letras.

Similarmente, también existen estudios sobre el impacto negativo en la atención de los estudiantes debido al exceso de elementos visuales en la decoración de aula. Sin duda, las aulas altamente decoradas buscan generar espacios con una mayor estimulación y así promover más aprendizajes. No obstante, de acuerdo con un estudio realizado por Godwin et al. (2020), la

sobreabundancia de elementos visuales en el aula obstaculiza y roba recursos atencionales, lo cual genera un impacto negativo en la atención y en consecuencia también en el aprendizaje.

Condensando lo dicho hasta aquí, se puede evidenciar en ambas investigaciones que el recurso atencional es limitado y es constantemente influenciado por el contexto y sus estímulos, por lo tanto, si llevamos esto al aula es importante dirigir la atención de los estudiantes a los aspectos más relevantes de la lección, ya que alternar o dividir la atención tiene un costo; en una clase que dure noventa minutos, difícilmente los estudiantes atenderán de manera focalizada. Consecuentemente, es importante dirigir los recursos atencionales a aquellos momentos de mayor relevancia, tales como el dar instrucciones o formalizar un contenido.

Otro aspecto para considerar en la convergencia entre educación y neurociencias cognitivas son las FE. En un estudio realizado por Best et al. (2011) se señala que las FE incorporan procesos cognitivos fundamentales para el logro académico. Diamond (2013) afirma que estas funciones nos permiten pensar antes de actuar, controlar impulsos, anticipar desafíos y mantener una atención focalizada. Dentro de este marco, de acuerdo con Duncan et al. (2007), las FE están en gran medida relacionadas con un alto rendimiento en materias como lenguaje y matemáticas. Para ejemplificar, Gathercole et al. (2004) afirman que estudiantes con altas capacidades en matemáticas e inglés como lengua materna tenían mayores puntajes en evaluaciones de memoria de trabajo, FE a cargo de almacenar y manipular una cantidad de información limitada.

A partir de lo anterior, en una revisión de diferentes investigaciones en relación con la memoria de trabajo, se evidenció que esta tiene un impacto positivo en habilidades académicas, particularmente en la lectura (Titz & Karbach, 2014). De igual manera, de acuerdo a Cotton y Ricker (2021), una consolidación de la memoria de trabajo mejora el rendimiento de la memoria a largo plazo. Por otro lado, cuando una persona manifiesta déficits en esta función, tiene dificultades recordando secuencias de números, instrucciones, olvida el objetivo de una actividad o le cuesta mantenerse enfocado en tareas (Marina & Pellicer, 2015). Por consiguiente, los autores plantean que la escuela es fundamental para el desarrollo de las FE y argumentan que se debiesen incorporar estrategias y nuevas formas de abordar el currículum. Por lo tanto, promover contenidos fraccionados libera espacio de carga cognitiva, lo cual permite generar otro tipo de instancias como la reflexión o tareas de resolución de problemas. Un aspecto para considerar en relación con las FE es que es una habilidad entrenable y esto responde a lo metodológico y cuán propicio es el contexto escolar para llevar a cabo esto. En suma, Tominey y McClelland (2013) sostienen que desde el plano educacional existen tres elementos a considerar en el impacto de la escuela en las FE: primero, la escuela es el primer contexto formal; segundo, desde un punto de vista temporal, las personas están inmersas en el contexto educativo aproximadamente desde los 4 a 18 años de edad, periodo crucial en el desarrollo de las FE; y tercero, no solamente lo genético tiene un rol en el desarrollo de estas habilidades, sino también el ambiente, por lo tanto, la estimulación que reciba un estudiante en la escuela es crucial en su desarrollo.

Otro aspecto por considerar es la teoría de la carga cognitiva, la cual tiene implicancias significativas en la práctica pedagógica. La investigación en este

campo ha demostrado que los métodos instruccionales son más efectivos cuando el diseño considera los límites de la memoria de trabajo (Centre for Education Statistics and Evaluation, 2017). Si la memoria de trabajo es sobrecargada, hay un mayor riesgo de que el contenido enseñado sea malinterpretado, confuso o simplemente no entendido por el estudiante, y como resultado, este aprendizaje además no será codificado en la memoria a largo plazo (Martin, 2016). La teoría de la carga cognitiva es respaldada por un significativo número de pruebas controladas aleatorizadas, cuya evidencia indica que la instrucción suele ser más efectiva cuando es diseñada de acuerdo a como el cerebro procesa y almacena la información (Centre for Education Statistics and Evaluation, 2017).

Uno de los aspectos a considerar es que la instrucción debe ser de manera explícita (Kirschner et al., 2010) y esto involucra demostrar a los estudiantes qué hacer y cómo hacerlo por medio de ejemplos claros. Entre los enfoques más estudiados desde la carga cognitiva se encuentra el efecto del ejemplo trabajado “the worked example effect” (Sweller, 2006). De acuerdo con Smith (2021), esta estrategia podría mejorar la eficiencia en el aprendizaje y sus objetivos. En un estudio realizado por Cooper y Sweller (1987) se diseñó una serie de experimentos en los cuales estudiantes de secundaria debían aprender cómo resolver problemas básicos de álgebra. Se evidenció que aquellos estudiantes a quienes se les enseñó mediante diversos ejemplos y explicando claramente el procedimiento, aprendieron más rápido que aquellos sin la intervención. Adicionalmente, los estudiantes que aprendieron a través de ejemplos mediados por el profesor fueron capaces de resolver problemas matemáticos similares en pruebas posteriores, además de ser capaces de resolver problemas de transferencia en los cuales las mismas reglas algebraicas debían ser aplicadas a un contexto distinto. Estos resultados son importantes ya que demuestran que mediar la enseñanza a través de ejemplos claros no solamente tendrá un impacto positivo en un ejercicio en particular, sino que también permite la resolución de problemas matemáticos que puedan ser realizados bajo las mismas reglas, pero en contextos distintos. Mediar la enseñanza a través de ejemplos permite a los estudiantes liberar la carga cognitiva, la cual tiene un impacto en la memoria de trabajo. Esto aumenta la capacidad de los estudiantes para retener y manipular otras informaciones, ya que les permitirá liberar la carga cognitiva y dejar más espacio para enfocarse en resolver los ejercicios propuestos.

Finalmente, sin duda es importante que los docentes y estudiantes en formación en carreras de Pedagogía sean preparados con conocimiento y evidencia empírica sobre cómo aprendemos, para de esta forma tener una mirada crítica y exponer aquellas nociones falsas sobre el aprendizaje en educación. Este trabajo debe iniciar desde la formación del nuevo profesorado, ya que, como se evidenció en un estudio realizado por Dekker et al. (2012), a pesar del gran entusiasmo por buscar aplicaciones desde las neurociencias, los docentes aún mostraban dificultad al momento de diferenciar pseudociencias de hechos científicos.

Así, es importante que los profesores tengan nociones sobre cómo aprendemos, y esto implica conocer cómo actúan los procesos atencionales, funciones ejecutivas y carga cognitiva, pero del mismo modo los puentes aquí planteados no han de ser considerados como una generalización metodológica para todos los contextos y estudiantes, ya que las variables son muchas y bien lo

saben los profesores cuando están frente a un curso. Aspectos tales como el nivel socioeconómico, familia, calidad del sueño, relaciones sociales, también tendrán un impacto en cómo el cerebro codifica la información y en consecuencia cómo se alcanzan los aprendizajes; por lo tanto, reducir la enseñanza y el aprendizaje a una variable podría no tener el impacto esperado.

1.2. Principales neuromitos en educación

Los neuromitos son una concepción errada en la interpretación de hallazgos científicos sobre el sistema nervioso, de los cuales muchos se han extrapolado a la educación. En un estudio que fue realizado a 932 profesores de distintas nacionalidades, un 26 % consideraba que utilizamos solamente el 10 % de nuestra capacidad cerebral; el 51 % que asimilamos la información de mejor manera cuando la recibimos según nuestro estilo de aprendizaje de preferencia, ya sea visual, auditivo o kinestésico; el 41 % creía que el Programa de Gimnasia Cerebral mejora la conexión entre ambos hemisferios cerebrales; y el 43 % pensaba que podemos clasificar a los estudiantes según su dominancia hemisférica (Howard-Jones, 2014).

Unos años más tarde se realizó una investigación similar en Chile, liderada por Barraza y Leiva (2019), en la cual se encuestó a 194 profesores de diferentes partes del país. Se evidenció que el 89.17 % creía en los estilos de aprendizaje; el 89.17 % creía en las inteligencias múltiples; el 85.56 % creía en ejercicios de coordinación motora para integrar ambos hemisferios; y el 79.38 % creía que la diferencia en dominancia hemisférica permite explicar diferencias individuales de los estudiantes (ver Figura 2).

Neuromito	A favor (%)	En contra (%)	No lo sé (%)
Los estudiantes aprenden mejor cuando reciben información en su estilo de aprendizaje preferido (por ejemplo: auditivo, visual, kinestésico).	89.17	8.24	2.57
Está comprobado científicamente que existen múltiples tipos de inteligencias.	89.17	5.67	5.15
Sesiones cortas de ejercicios de coordinación pueden mejorar la integración de funciones cerebrales de los hemisferios izquierdo y derecho.	85.56	2.57	11.85
Diferencias en la dominancia hemisférica ("Cerebro izquierdo", "Cerebro derecho") pueden ayudar a explicar diferencias individuales entre estudiantes.	79.38	8.76	11.85

Figura 2
Ranking de neuromitos

Barraza y Leiva (2019). Neuromitos en educación: Prevalencia en docentes chilenos y el rol de los medios de difusión. Disponible en: <https://revistasacademicas.udec.cl/index.php/paideia/article/view/1166>

En base a las investigaciones anteriores se puede evidenciar que existe una amplia creencia sobre los neuromitos entre los profesores, de los cuales posiblemente muchos están siendo aplicados en instituciones escolares.

Flores-Ferro et al. (2021) sostienen que los neuromitos han confundido a los profesores y que incluso han tenido un impacto en políticas públicas

educacionales. Vinculado a esto, el Decreto n°. 83, que entrega criterios y orientaciones para la diversificación de la enseñanza, menciona que, para asegurar el aprendizaje y la participación, el profesorado debe dar respuestas educativas de calidad a los diferentes estilos de aprendizaje (Ministerio de Educación [Mineduc], 2015). Esta teoría indica que cada individuo tiene su propia estrategia o preferencia para aprender, utilizando ya sea un canal visual, auditivo o kinestésico para representar una idea (Secretaría de Educación Pública, 2014). Por lo tanto, cuando la información es representada por medio del estilo de preferencia, debería haber un impacto positivo en el aprendizaje.

Sin embargo, de acuerdo a Papadatou-Pastou et al. (2020), se ha analizado en diversos estudios si existe una correlación entre rendimiento académico y la preferencia del estilo de aprendizaje, y los estudios han dado cuenta de que no existe una alta correspondencia. Para ejemplificar, en una investigación los autores analizaron si existía dicha correlación. La primera parte del estudio consistía en una autoevaluación para medir el estilo de aprendizaje de preferencia y la segunda para medir en mayor detalle las respuestas de los individuos. Los resultados indicaron que los participantes respondieron utilizando memorias y creencias en vez de estilos de aprendizaje en diferentes modalidades (Krätzig & Arbuthnott, 2006).

Adicionalmente, Furey (2020) plantea que no existe evidencia sobre el diseño de clases enfocado a esta teoría y una mejora en el aprendizaje de los estudiantes. Sin embargo, aun así hay firmeza en conservar esta creencia en las instituciones educativas y decretos ministeriales.

Otro neuromito ampliamente arraigado en educación es el Brain Gym® (gimnasia cerebral), el cual consiste en 26 actividades que buscan dirigir el balance, la postura y habilidades de coordinación en función de sincronizar nuestro sistema para una mejor comprensión, foco, organización, comunicación y salud emocional (Breakthrough International, s/f). Como parte del programa se les enseña a los estudiantes sobre la existencia de botones cerebrales (brain buttons), los cuales deben ser masajeados con una mano; aparentemente esto tendría un impacto en la corriente de energía electromagnética y habilidad para enviar mensajes desde el hemisferio cerebral derecho al lado izquierdo de nuestro cuerpo (Howard-Jones, 2014). No obstante, Spaulding et al. (2010) especifican que hay escasa evidencia empírica que valide esta práctica. Conjuntamente, los estudios existentes son mayoritariamente fundados en anécdotas o estudios cualitativos publicados en Brain Gym® Journal (Watson y Kelso, 2014).

Finalmente, otro neuromito, que al igual que los anteriores ha sido ampliamente divulgado en educación, es el del cerebro lógico y cerebro creativo. Esta falsa creencia divide funcionalmente al cerebro y fomenta el desarrollo de los hemisferios por separado. Sin embargo, todas las personas, independiente de sus habilidades, usan ambos hemisferios cerebrales simultáneamente al realizar cualquier tarea, por ejemplo, el habla es una de las tareas más lateralizadas del cerebro humano, pero que de igual manera activa y conecta múltiples procesos en ambos hemisferios para articular las palabras (Nasios et al., 2019).

Dehaene (2020) en su libro ¿Cómo aprendemos? ejemplifica por qué esta concepción del cerebro es falsa a través del caso de Nico, un joven pintor que cuando tenía 3 años le removieron casi la totalidad del hemisferio derecho (asociado a la creatividad) para sanar sus crisis epilépticas. A pesar de esto, su

desarrollo cognitivo fue normal, de hecho, desplegó un gran talento artístico, constituyéndose en un claro ejemplo de plasticidad cerebral.

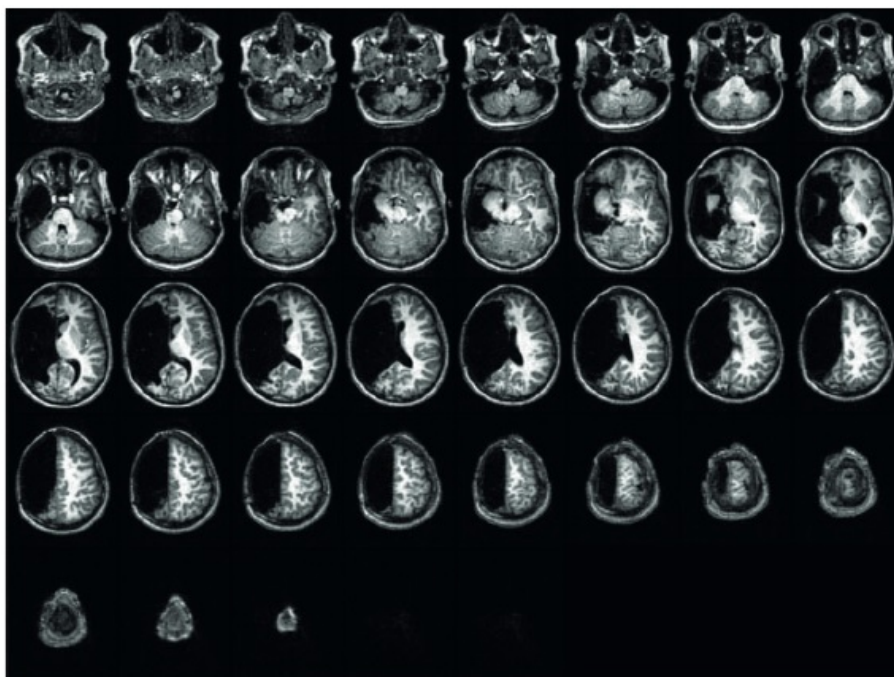


Figura 3

Imágenes en cortes axiales de la anatomía del cerebro de Nico

López-Escribano y Moreno (2013). Neurociencia y educación: estudio evolutivo de un caso de he- misferectomía. Disponible en: <https://doi.org/10.1080/02103702.2014.957536>

Sin duda, existe una localización con respecto a funciones cerebrales y hay áreas concretas que desempeñan un rol decisivo en el procesamiento motor, auditivo y visual; sin embargo, estas áreas están altamente interconectadas por medio de fibras o cableados neuronales que no trabajan de manera aislada (Geake, 2007). El autor además plantea que el pensamiento involucra una interconectividad coordinada entre ambos hemisferios, por lo tanto, es errado pensar que el aprendizaje ocurre mediante el procesamiento de información localizado en un área en particular del cerebro.

Es loable la gran motivación de los docentes por querer mejorar sus prácticas pedagógicas por medio de un mayor entendimiento del funcionamiento del cerebro; no obstante, esto ha generado el nacimiento de metodologías, estrategias y creencias de dudosa procedencia sobre cómo aprende el ser humano.

2. CONCLUSIONES

Los datos presentados en este estudio muestran una panorámica general sobre cuáles podrían ser algunas de las posibles aproximaciones que tiene la neurociencia y la práctica pedagógica. Sin embargo, como se pudo evidenciar, actualmente existe una amplia proliferación de falsas creencias sobre cómo aprendemos, que han ingresado a las aulas y que muchos docentes ponen en práctica pensando que podrían tener un impacto positivo en la calidad de los aprendizajes de sus estudiantes. Tales teorías implican una distorsión sesgada sobre cómo aprendemos, ya que los seres humanos utilizamos diversas modalidades y no tan solo una

en particular. Adicionalmente, tienen una baja justificación teórica y carecen de estudios sistemáticos que las apoyen. Aun así, gran parte del profesorado cree y acepta estos neuromitos, cuya influencia para la educación es dañina ya que son esfuerzos baldíos (Papadatou-Pastou et al., 2018). Por lo tanto, son variados los encuentros y desencuentros aún existentes entre ambas disciplinas, por lo que es importante que los docentes conozcan y sepan interpretar la investigación neurocientífica y develar las aproximaciones y aplicaciones en la actividad pedagógica.

Según la revisión de la literatura analizada, podemos ver que es transcendental que los profesores sepan cómo aprendemos, pero a su vez deben también considerar que una disciplina como la neurociencia, cuyo objeto de estudio es primariamente los genes, neuronas o cerebro, no puede prescribir una receta sobre cómo llevar a cabo la práctica pedagógica ni tampoco coartar la libertad de cómo enseñar, ya que cada contexto educativo posee matices propios que pueden o no absorber diversas estrategias, técnicas o metodologías.

Concluimos que los grandes avances que permiten a los educadores replantear la enseñanza deben ser desde investigaciones con rigor metodológico que logren proliferar por sobre los neuromitos. La educación del presente y el futuro debe comenzar a basarse en evidencia y para que esto suceda los educadores también deben recibir capacitación profesional en aspectos involucrados en los procesos de aprendizaje, tales como la atención, las funciones ejecutivas y la carga cognitiva, pero también han de considerarse otras variables como la implementación de estrategias integrales de apoyo en las comunidades escolares más vulnerables, debido a la fuerte asociación entre el nivel socioeconómico de los estudiantes y su desempeño académico (Treviño et al., 2015). De esta manera, la toma de decisiones pedagógicas irá de la mano tanto de la evidencia como de las comunidades educativas. Si ha de haber un puente entre la neurociencia y la educación este debe ser trabajado y contextualizado a cada entorno escolar, considerando todas las variables implicadas en el aprendizaje.

3. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Barraza, P. y Leiva, I. (2019). Neuromitos en educación: Prevalencia en docentes chilenos y el rol de los medios de difusión. *Paideia*, (63), 17-40. Recuperado de <https://revistasacademicas.udec.cl/index.php/paideia/article/view/1166>
- Best, J., Miller, P. & Naglieri, J. (2011). Relations between Executive Function and Academic Achievement from Ages 5 to 17 in a Large, Representative National Sample. *Learning and individual differences*, 21(4), 327-336. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.lindif.2011.01.007>
- Breakthrough International. (s. f.). *The brain gym program*. Recuperado el 15 de octubre de 2021, recuperado de <https://breakthroughsinternational.org/programs/the-brain-gym-program/>
- Campos, A. (2010). Neuroeducación: Uniendo las neurociencias y la educación en la búsqueda del desarrollo humano. *La educación*, 143. Recuperado de <https://hdl.handle.net/11537/25280>
- Centre for Education Statistics and Evaluation. (2017). *Centre for Education Statistics and Evaluation*. NSW Government.

- Churchland, P. & Sejnowski, T. (1988). Perspectives on cognitive neuroscience. *Science*, 242(4879), 741-745.
- Cooper, G. & Sweller, J. (1987). Effects of schema acquisition and rule automation on mathematical problem-solving transfer. *Journal of Educational Psychology*, 79(4), 347-362. DOI: <https://doi.org/10.1037/0022-0663.79.4.347>
- Cotton, K. & Ricker, T. (2021). Working memory consolidation improves long-term memory recognition. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 47(2), 208-219. DOI: <https://doi.org/10.1037/xlm0000954>
- Dehaene, S. (2016). *Aprender a leer. De las ciencias cognitivas al aula*. Siglo XXI.
- Dehaene, S. (2019). *¿Cómo aprendemos?* Siglo XXI.
- Dekker, S., Lee, N., Howard-Jones, P. & Jolles, J. (2012). Neuromyths in Education: Prevalence and Predictors of Misconceptions among Teachers. *Frontiers in Psychology*, 3, 429. DOI: <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2012.00429>
- Diamond, A. (2013). Executive Functions. *Annual Review of Psychology*, 64(1), 135-168. DOI: <https://doi.org/10.1146/annurev-psych-113011-143750>
- Duncan, G. J., Dowsett, C. J., Claessens, A., Magnuson, K., Huston, A. C., Klebanov, P., Pagani, L. S., Feinstein, L., Engel, M., Brooks-Gunn, J., Sexton, H., Duckworth, K. & Japel, C. (2007). School readiness and later achievement. *Developmental Psychology*, 43(6), 1428-1446. DOI: <https://doi.org/10.1037/0012-1649.43.6.1428>
- Flores-Ferro, E., Maureira, F., Cárdenas, S., Escobar, N., Cortés, M., Hadweh, M., González, P., Koch, T. y Soto, J. (2021). Prevalencia de neuromitos en académicos universitarios de Chile. *Revista Ecuatoriana de Neurología*, 30(2), 26-33. DOI: <http://doi.org/10.46997/revecuatneurol30200026>
- Furey, W. (2020). The stubborn myth of "Learning Styles": State teacher-license prep materials peddle a debunked theory. *Education Next*, 20(3), 8. Recuperado de <https://link.gale.com/apps/doc/A628405045/AONE?u=anon~fc8f509&sid=-googleScholar&xid=7a62c435>
- Gathercole, S., Pickering, S., Knight, C. & Stegmann, Z. (2004). Strategy choices in simple and complex addition: contributions of working memory and counting knowledge for children with mathematical disability. *Journal of Experimental Child Psychology*, 88, 121-151.
- Geake, J. (2007). Neuromythologies in education. *Educational Research*, 50(2), 123-133. DOI: <https://doi.org/10.1080/00131880802082518>
- Glaría, A. (2000). Conexionismo: Articulador de las Neurociencias, las Psicologías de la Cognición y la Inteligencia Artificial. *Revista de Psicología Universidad de Valparaíso (RevpsiUV)*, 1(1), 35-49. DOI: <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-07052011000200023>
- Godwin, K., Seltman, H., Scupelli, P. & Fisher, A. (2020). *Attentional competition in genuine classrooms: Analysis of the classroom visual environment*. Cognitive Science Society.
- Howard-Jones, P. (2014). Neuroscience and education: myths and messages. *Nature Reviews Neuroscience*, 15, 817-824. DOI: <https://doi.org/10.1038/nrn3817>
- Huizinga, M., Baeyens, D. & Burack, J. (2018). Editorial: Executive Function and Education. *Frontiers in Psychology*, 9, 1357. DOI: <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2018.01357>
- Kirschner, P., Sweller, J. & Clark, R. (2010). Why Minimal Guidance During Instruction Does Not Work: An Analysis of the Failure of Constructivist, Discovery, Problem-Based, Experiential, and Inquiry-Based Teaching.

- Educational Psychologist*, 41(2), 75-86. DOI: https://doi.org/10.1207/s15326985ep4102_1
- Krätzig, G. P. & Arbuthnott, K. D. (2006). Perceptual learning style and learning proficiency: A test of the hypothesis. *Journal of Educational Psychology*, 98(1), 238-246. DOI: <https://doi.org/10.1037/0022-0663.98.1.238>
- López-Escribano, C. (2013). Neurociencia y educación: estudio evolutivo de un caso de hemisferectomía. *Journal for the Study of Education and Development*, 37(3), 530-568. DOI: <https://doi.org/10.1080/02103702.2014.957536>
- Macdonald, K., Germine, L., Anderson, A., Christodoulou, J. & McGrath, L. (2017). Dispelling the Myth: Training in Education or Neuroscience Decreases but Does Not Eliminate Beliefs in Neuromyths. *Frontiers in Psychology*, 8, 1314. DOI: <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2017.01314>
- Maldonado, P. (2019). *¿Por qué tenemos el cerebro en la cabeza? Preguntas y respuestas sobre el sistema más complejo del universo*. Debate.
- Marina, J. y Pellicer, C. (2015). *La inteligencia que aprende. La inteligencia ejecutiva explicada a los docentes*. Santillana.
- Martin, A. (2016). *Using Load Reduction Instruction (LRI) to boost motivation and engagement*. British Psychological Society
- Mineduc. (2015). *Diversificación de la enseñanza*. División de Educación General.
- Nasios, G., Dardiotis, E. & Messinis, L. (2019). From Broca and Wernicke to the Neuro- modulation Era: Insights of Brain Language Networks for Neurorehabilitation. *Behavioural neurology*. DOI: <https://doi.org/10.1155/2019/9894571>
- Organisation for Economic Co-operation and Development. (2002). *Understanding the Brain: Towards a New Learning Science*. Paris: OECD.
- Ortiz, A. (2011). Hacia una nueva clasificación de los modelos pedagógicos: el pensamiento configuracional como paradigma científico y educativo del siglo XXI. *Praxis*, 7(1), 121-137. DOI: <https://doi.org/10.21676/23897856.18>
- Papadatou-Pastou, M., Gritzali, M. & Barrable, A. (2018). The Learning Styles Educational Neuromyth: Lack of Agreement Between Teachers' Judgments, Self-Assessment, and Students' Intelligence. *Frontiers in Education*, 3, 105. DOI: <https://doi.org/10.3389/feduc.2018.00105>
- Papadatou-Pastou, M., Touloumakos, A. K., Koutouveli, C. & Barrable, A. (2021). The learning styles neuromyth: when the same term means different things to different teachers. *European Journal of Psychology of Education*, 36, 511-531. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10212-020-00485-2>
- Pérez, J., Hatty, E., López, M. y Herrera, D. (2019). La neurociencia en la formación inicial de docentes. *Conrado*, 15(67), 241-249. Recuperado de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1990-86442019000200241&lng=es&tlng=es.
- Portellano, J. y García, J. (2014). *Neuropsicología de la atención, las funciones ejecutivas y la memoria*. Síntesis.
- Rojas-Barahona, C., Förster, C., Susperreguy, M. y Carraco, X. (2017). Funciones ejecutivas y su vínculo con educación. En Rojas-Barahona, C. A. (ed.), *Funciones ejecutiva y educación* (pp. 17-39). Ediciones Universidad Católica de Chile.
- Secretaría de Educación Pública. (2004). *Manual de estilos de aprendizaje. Material autoinstruccional para docentes y orientadores educativos*. Recuperado de http://biblioteca.ucv.cl/site/colecciones/manuales_u/Manual_Estilos_de_Aprendizaje_2004.pdf

- Smith, J. (2021). Worked examples: An overview. *EdMedia + Innovate Learning*, 128-134. Recuperado de <https://www.learntechlib.org/primary/p/219648/>.
- Spaulding, L., Mostert, M. & Beam, A. (2010). Is Brain Gym® an Effective Educational Intervention? *A Special Education Journal*, 18(1), 18-30. DOI: <https://doi.org/10.1080/09362830903462508>
- Sweller, J. (2006). The worked example effect and human cognition. *Learning and Instruction*, 16(2), 165-169. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2006.02.005>
- Sweller, J., Ayres, P. & Kalyuga, S. (2011). *Cognitive load theory*. Springer.
- Titz, C. & Karbach, J. (2014). Working memory and executive functions: effects of training on academic achievement. *Psychological research*, 78(6), 852-868. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00426-013-0537-1>
- Tominey, S. & McClelland, M. (2013). Red light, purple light: Findings from a randomized trial using circle time games to improve behavioural self-regulation in preschool. *Early Education and Development*, 22(3), 489-519. DOI: <https://doi.org/10.1080/10409289.2011.574258>
- Treviño, E., Fraser, P., Meyer, A., Morawietz, L., Inostroza, P. y Naranjo, E. (2015). *Factores asociados al aprendizaje*. Laboratorio Latinoamericano de Evaluación de la Calidad de la Educación, Unesco-Santiago.
- Watson, A. & Kelso, G. (2014). The Effect of Brain Gym® on Academic Engagement for Children with Developmental Disabilities. *International Journal of Special Education*, 29(2), 75-83. Recuperado de <https://eric.ed.gov/?id=EJ1029010>
- Yoncheva, Y., Blau, V., Maurer, U. & McCandliss, B. (2010). Attentional focus during learning impacts N170 ERP responses to an artificial script. *Developmental neuropsychology*, 35(4), 423-445. DOI: <https://doi.org/10.1080/87565641.2010.4>