

EL ARTE DE ENSEÑAR: APORTES DE LA NEUROPSICOLOGÍA

Gisela Biaggi

Universidad Adventista de Chile, Chile

Introducción

Cuando uno se enfrenta a la tarea de enseñar se pregunta cómo hacerlo y cómo hacerlo bien, para que los alumnos aprendan. Al leer la literatura para buscar cuáles son los métodos aconsejados como los más eficaces, el problema es que se encuentran variadísimas opiniones y sugerencias de qué hacer. Hace poco más de 20 años se comenzaron a estudiar las relaciones entre el funcionamiento del cerebro y las prácticas educativas, dando lugar a lo que se llamó la “enseñanza basada en el cerebro” (Jensen, 2008). Aparentemente, si se sabe cómo el cerebro aprende entonces enseñar tomando en cuenta esas ideas resolvería el problema! Sin embargo, 20 años después, ¿qué evidencias existen de qué los métodos y estrategias derivadas de este modelo son eficaces para enseñar?

En este trabajo, se presentarán los principios y estrategias derivadas de la enseñanza basada en el cerebro y las críticas que ha recibido esta tendencia para valorar sus aportes a la educación.

Enseñanza basada en el cerebro

El cerebro está íntimamente relacionado con todo lo que maestros y docentes hacen en la escuela (Jensen, 2014),

por lo cual lo que un buen educador tiene que hacer es interactuar con sus alumnos y utilizar estrategias que estén basadas en la verdadera ciencia.

La enseñanza basada en el cerebro toma en consideración cómo funciona el cerebro y las reglas bajo las cuales se riga para diseñar una enseñanza que resulte en un aprendizaje significativo (Kahveci y Ay, 2008). Aunque ya en los años 70 el término cerebro comenzó a hacerse popular, no fue sino hasta la década de los 90 que los descubrimientos de la neurociencia comenzaron a aplicarse a la educación con varias revistas científicas y los programas de posgrado de la Universidad de Harvard (Degen, 2014). En Alemania también hubo un fuerte impacto de las neurociencias aplicadas a la educación, creando un nuevo término, la neuropedagogía, que busca mejorar la pedagogía utilizando el conocimiento que ofrece la neurología (Máčajová, 2013).

El término “enseñanza basada en el cerebro” fue acuñado por Caine y Caine (1990, citado en Kahveci y Ay, 2008), quienes, luego de estudiar los reportes de investigación acerca de cómo funciona el cerebro, decidieron organizar toda esa información en principios que los docentes pudieran aplicar al aprendizaje (Caine, Caine, McClintic y Klimek, 2005). Los principios, mencionan Caine et al. (2005), están basados en una aproximación sistémica (holística e integral), ya que así es la forma cómo funciona el cerebro.

Gisela M. Biaggi, Dirección de Docencia, Universidad Adventista de Chile, Chillán, Chile.

La correspondencia concerniente a este artículo puede ser enviada a Gisela Biaggi, correo electrónico: giselabiaggi@gmail.com

Zull (2004) señala que el aprendizaje cambia la estructura del cerebro, creando más conexiones entre las neuronas, activando partes del cerebro que antes no estaban activadas y aumentando la densidad de esas áreas. Al contrario de lo que se creía antes, el cerebro es continuamente flexible y moldeable, especialmente cuando algo se practica numerosas veces, lo que hace que las neuronas crezcan y se extiendan para contactar a más neuronas, especialmente cuando hay emociones involucradas, que fortalecen la sinapsis y cambian la receptividad de la conexión entre neuronas.

Principios de la educación basada en el cerebro

Analizando los resultados de los estudios neurológicos, varios autores han sistematizado los descubrimientos y desarrollado estrategias de aprendizaje basadas en el cerebro que promuevan el aprendizaje de acuerdo a la manera que el cerebro naturalmente lo hace (Degen, 2014). En general, los principios tienen que ver con la manera como el cerebro percibe, procesa y almacena la información. El cerebro percibe el ambiente externo a través de los sentidos y lo procesa a través de las conexiones neuronales que continuamente se establecen y que se fortalecen o debilitan dependiendo del uso y de cuán fuerte sea el efecto producido por el estímulo (Máčajová, 2013).

Caine, Caine, McClintic y Klimek (2016) desarrollaron doce principios de aprendizaje y sus aplicaciones a la educación, que revelan cómo toda la persona está comprometida en el aprendizaje. Las aplicaciones a la educación señalan que todos los alumnos pueden comprender más efectivamente en las siguientes situaciones:

1. Las experiencias de aprendizaje involucran el uso de sus sentidos y sus cuerpos.

2. Se involucran y honran sus necesidades de interacción social y relaciones.

3. Se involucran y honran sus intereses, propósitos e ideas.

4. Se les permite percibir y crear patrones y para unir esos nuevos patrones con lo que ya saben.

5. Antes, durante y después de la experiencia con un texto se evocan las emociones adecuadas.

6. Se proveen detalles (datos e información específica) al panorama general que se trabaja, ya sea un evento cotidiano, una historia significativa o un proyecto que deben crear.

7. Se profundiza su atención y se utilizan múltiples capas del contexto para apoyar el aprendizaje.

8. Les da un tiempo para reflexionar y procesar su propia experiencia con el texto o la situación.

9. Están inmersos en experiencias que involucran múltiples vías para recordarlas.

10. Si se toman en consideración las diferencias individuales de maduración, desarrollo y aprendizaje previo.

11. En un ambiente comprensivo, desafiante intrínsecamente y que los empodera.

12. Se involucran sus talentos, habilidades y capacidades únicas e individuales.

Jensen (2014), en vez de principios, prefiere llamarlas macro estrategias e identifica diez. Por su parte, Medina (2008) las llama reglas del cerebro e identificó doce. En la Tabla 1 se comparan los principios de cada autor resaltando los principios que son similares.

EL ARTE DE ENSEÑAR: APORTES DE LA NEUROPSICOLOGÍA

	Principios		Estrategias derivadas a la educación
<i>Caine et al. (2016)</i>	<i>Jensen (2014)</i>	<i>Medina (2008)</i>	<i>Boss (2011); Freeman y Wash (2013)</i>
Todo el aprendizaje es fisiológico.	(3) El cerebro cambia día a día y es altamente modificable.	(1) El cerebro humano también ha evolucionado.	Animar una mentalidad de crecimiento
El cerebro/mente es social.	(2) Las condiciones sociales influyen nuestro cerebro	(7) Duerme bien, piensa bien.	Comenzar temprano; Utilizar grupos cooperativos
La búsqueda de sentido es innata.		(12) Somos exploradores naturales y poderosos.	Incorporar aprendizaje activo y experiencial
La búsqueda de sentido se da a través del establecimiento de patrones.	(1) El recreo y el movimiento apoyan el aprendizaje y son críticos para la educación.	(2) El ejercicio potencia el poder del cerebro.	Preparar los cuerpos y las mentes para trabajar
Las emociones son fundamentales para crear patrones.	(8) Enseñar emociones y controlar el clima emocional de la clase	(10) La visión es el sentido dominante, ocupando hasta la mitad de los recursos cerebrales.	Hacer hincapié en el feedback; Incorporar humor
El cerebro/mente percibe y crea una idea de las partes y del todo	(7) Las artes tienen más beneficios de lo que se creía.	(9) Estimular más sentidos al mismo tiempo mejora el aprendizaje.	Utilizar las inteligencias múltiples; y las artes
El aprendizaje incluye tanto la atención focal como la percepción periférica.	(6) La evidencia sugiere el valor de enseñar el contenido en pequeños trozos.	(4) Las personas no prestan atención a las cosas aburridas. El cerebro no puede hacer multitasking.	Aceptar el poder de la novedad; Fragmentar la información
El aprendizaje siempre involucra procesos conscientes e inconscientes.			
Hay por lo menos dos tipos de memoria: un sistema para archivar datos o habilidades individuales y un sistema para darle sentido a la experiencia (autobiográfico).	(10) La memoria es maleable.	(5) Repite para recordar. (6) Recuerda repetir.	Hacer el contenido de la materia relevante y relacionado con experiencias reales de vida
El aprendizaje es desarrollo.	(9) Se han hecho importantes avances en la rehabilitación de trastornos cerebrales	(11) El cerebro de la mujer y del hombre son diferentes bioquímicamente y estructuralmente.	Planificar actividades con diversos niveles de pensamiento crítico y reflexión
El aprendizaje complejo es incentivado por el desafío e inhibido con amenazas asociadas a la indefensión.	(4) El estrés crónico termina afectando la memoria, habilidades sociales, la cognición y la salud.	(8) Cerebros estresados no aprenden tan bien como los no estresados.	Crear un entorno seguro física y psicológicamente, libre de estrés y basado en el respeto mutuo
Cada cerebro está organizado de manera única.	(5) Prácticamente el 90% de los cerebros humanos son atípicos, están dañados o de alguna manera no saludables.	(3) Cada cerebro está diseñado diferente.	Integrar tecnología para dinamizar las clases y potenciar la atención

Nota. Entre paréntesis está el número de orden en que el autor propone los principios, que en el cuadro se han alterado para resaltar las similitudes.

Kahveci y Ay (2008) sostienen que la enseñanza basada en el cerebro comparte algunos principios con el aprendizaje constructivista, como lo son el aprendizaje significativo, las diferencias individuales, las representaciones múltiples, los factores personales y ambientales y los componentes afectivos del aprendizaje. Al contrario de otros autores, este solapamiento les parece algo positivo, ya que demuestra que las investigaciones en neurociencia apoyan los principios de aprendizaje construc-

tivistas que se vienen utilizando desde hace tiempo.

Por su parte, Moffet y Fleisher (2013) señalan que muchas de las “buenas prácticas” en la enseñanza ahora encuentran su apoyo en los desarrollos de la neurobiología. Hay más de 80 años de conocimientos acumulados acerca de qué prácticas de enseñanza contribuyen al aprendizaje de los alumnos y los descubrimientos de la neurociencia confirman los principios de buenas prácticas (ver Tabla 2).

Tabla 2

Siete principios de buenas prácticas en educación de pregrado

Chickering y Gamson (1987)	Ambrose et al. (2010)
Fomenta la interacción entre estudiantes y profesores	Los conocimientos previos de los alumnos pueden facilitar o impedir el aprendizaje
Fomenta la interacción y colaboración entre estudiantes	Como los estudiantes organizan su conocimiento influye en la manera en que aprenden y lo que saben
Usa técnicas de aprendizaje activo	La motivación del alumno determina, dirige y sostiene lo que hacen para aprender
Da feedback apropiado y en el momento necesario	Una práctica dirigida a un objetivo acompañada de feedback apropiado fomenta la calidad del aprendizaje del alumno
Enfatiza el tiempo en la tarea	Para lograr competencia, los alumnos necesitan adquirir un componente de habilidades, practicarlos de manera integrada y saber cuándo deben aplicarlas
Comunica altas expectativas	El nivel actual de desarrollo del alumno interactúa con el clima social, emocional e intelectual del aula e impactan el aprendizaje
Respeto la diversidad de talentos, experiencias y maneras de aprender.	Para volverse alumnos autodirigidos, los estudiantes deben aprender a monitorear y ajustar su forma de aprender

Nota. Fuente: Moffet y Fleisher (2013).

Estrategias derivadas a la educación

Siguiendo a Jensen, Máčajová (2013) sugiere que lo importante al aplicar los principios de la neurociencia a la educación es derivar estrategias que puedan ser aplicadas en forma activa, intencional y con propósito, para cumplir más eficazmente los objetivos educativos. Es posible llevar a los alumnos a pensar, aprender y disfrutar del proceso de aprendizaje, utilizando una serie de

estrategias basadas en los resultados de investigaciones neurológicas (Freeman y Wash, 2013).

En este sentido, Boss (2011) sostiene que entender de qué manera funciona el cerebro permite a los educadores ayudar a sus alumnos a aprender mejor y recomendar aplicaciones de esta teoría en estrategias. De manera similar, Freeman y Wash (2013) proponen diez estrategias para utilizar en la universidad, que

pueden hacer el aprendizaje más agradable (ver Tabla 1). Es más, los alumnos también deben conocer cómo funciona su cerebro, ya que ese conocimiento les dará herramientas para alcanzar el éxito (Willis, 2013).

Más allá de los principios y estrategias, Zull (2004) menciona algunas ideas acerca de cómo enseñar que a primera vista pueden parecer ilógicas, pero que son apoyadas por la neurociencia. En primer lugar, propone reducir al máximo las explicaciones dadas en clases. En vez de ello, es mejor usar ilustraciones, metáforas, historias, o pedirle a los propios compañeros que expliquen, ya que probablemente tendrán conocimientos y conexiones mentales más similares. Además, las emociones positivas generadas cuando uno desarrolla sus propias ideas, contrario a recibirlas del profesor, son las que ayudan a moldear el cerebro. “Las recompensas bioquímicas producidas por el aprendizaje no se dan cuando las explicaciones son provistas por el profesor, sino cuando son propiedad del alumno” (p. 70). En segundo lugar, propone que en vez de ver los errores como obstáculos para el aprendizaje, hay que utilizarlos para que los alumnos construyan su conocimiento. Al entender los errores en sus ideas o razonamientos, los alumnos pueden apropiarse de su propio conocimiento y crear nuevas conexiones entre ideas para lograr una mejor comprensión del tema, en vez de aprenderse de memoria lo que otra persona dijo. Por último, propone tener una variedad de actividades de enseñanza que impliquen todas las áreas de la corteza cerebral o todo el cerebro: el córtex sensorial (adquirir información), el córtex integrativo al lado del córtex sensorial (dar significado a la información), el córtex frontal (crear nuevas ideas y significados) y el

córtex motor (actuar sobre esas ideas). Si las actividades que se dan a los alumnos involucran las cuatro áreas del córtex, los alumnos harán más conexiones, lo que implicará un aprendizaje más profundo.

Sin embargo, Caine et al. (2005) señalan que hay muchas sugerencias y estrategias derivadas de las distintas teorías y lo importante es integrarlas en un modelo instruccional que tenga sentido. Un modelo, sostienen, incluye todas las facetas relacionadas con la instrucción, desde opiniones sobre las maneras de entender el estado mental de los alumnos y generar un buen clima de clase hasta como se entienden los objetivos y resultados de aprendizaje, formas de evaluación, uso del tiempo y rol de la tecnología, entre otros elementos. El modelo propuesto por Caine et al. (2005) se llama *de la experiencia guiada* (GEA, según sus siglas en inglés) y está compuesto de tres componentes interactivos que incluyen varias prácticas:

1. Un estado mental óptimo y sostenido, resultado de una alta motivación intrínseca y baja sensación de amenaza, al que se ha llamado alerta relajada. Un ambiente con estas características le permite a los alumnos sentirse competentes y confiados, al motivarlos a seguir sus intereses y metas personales.

2. La inmersión orquestada de los alumnos en experiencias complejas, en las cuales están incluidos los contenidos esenciales. Que la experiencia sea orquestada significa que por un lado el maestro debe proveer varias experiencias para que los alumnos interactúen con el conocimiento tanto a nivel físico como mental y por otro debe invitar a los alumnos a establecer conexiones entre lo que ya han experimentado y lo que significa para ellos. Por último, también

significa que también se les debe dar la oportunidad para utilizar la información que aprendieron en contextos relativamente realistas.

3. El procesamiento activo y continuo de la experiencia, que permite extraer los resultados de aprendizaje que se van generando. Para que una expe-

riencia sea capitalizada, son necesarios momentos de consolidación que solidifiquen y expandan el conocimiento, ya sea por medio de preguntas y respuestas, identificación de relaciones, análisis de la situación, toma de decisiones o comunicación de lo comprendido de una manera creativa.

Clima emocional	Instrucción	Consolidación
Principios enfocados en la alerta relajada	Principios enfocados en la inmersión en experiencias complejas	Principios enfocados en el procesamiento activo

Figura 1. Componentes interactivos del modelo de experiencia guiada. Fuente: Caine et al. (2005, p. 4).

Estos elementos no necesariamente se dan en secuencia o en ese orden, pero si deben estar presentes para que la enseñanza sea dinámica y logre buenos resultados.

Evidencias encontradas en la investigación

Las investigaciones realizadas para evaluar la efectividad de la enseñanza basada en el cerebro se enfocan en distintos aspectos del aprendizaje, desde el rendimiento, la motivación y las actitudes de los alumnos hasta las opiniones de los docentes que las utilizan. Si bien los estudios presentados aquí no son todos de las mismas áreas disciplinares ni el mismo nivel educativo, sirven como muestra para evaluar el panorama.

En relación con el rendimiento del alumno, Duman (2010) llevó a cabo una investigación para evaluar los efectos de utilizar una metodología de enseñanza basada en el cerebro en comparación con una metodología tradicional. Los resultados mostraron que el grupo que había aprendido bajo los principios de la enseñanza basada en el cerebro tuvo mejores resultados en las pruebas pos-

teriores de conocimientos, lo que indica que esta metodología es más efectiva para aumentar el rendimiento del alumno. También compararon los estilos de aprendizaje de los alumnos, para ver si algún estilo se beneficiaba más del tipo de enseñanza, pero no encontraron diferencias significativas entre ellos.

En otro estudio, Samur y Duman (2011) encontraron que los alumnos que aprendieron bajo los principios del aprendizaje basado en el cerebro en combinación con e-learning en una clase de idioma inglés de séptimo año, obtuvieron mejores calificaciones y aprendizajes en comparación con los alumnos que siguieron el método de gramática tradicional.

Quizás el estudio más abarcante en este campo fue el estudio metaanalítico realizado por Gözüyesil y Dikici (2014). Ellos analizaron 31 estudios que medían la efectividad de una enseñanza basada en el cerebro en relación con el rendimiento académico de los alumnos. Encontraron que 35 de las 42 comparaciones reportadas tenían un tamaño de efecto positivo, revelando que la enseñanza basada en el cerebro tiene un

efecto positivo medio ($d = .640$) en el rendimiento académico de los alumnos.

Sin embargo, no todos los estudios muestran resultados positivos. Saleh (2012) evaluó la efectividad de la enseñanza basada en el cerebro para mejorar la comprensión de física newtoniana de alumnos de una escuela secundaria de Malasia. Los resultados mostraron que ambos grupos mostraron una mejor comprensión de los conceptos luego del aprendizaje. No obstante, en el grupo que recibió la enseñanza basada en el cerebro hubo un mayor porcentaje de estudiantes que resolvieron las tareas utilizando principios científicos. Por lo tanto, se concluyó que el método fue efectivo para mejorar la comprensión conceptual de la física newtoniana.

Erbes, Folkerts, Gergis, Pederson y Stivers (2010) también se encontraron con resultados interesantes. Ellos condujeron un experimento para comparar el aprendizaje de español siguiendo un modelo tradicional y uno no tradicional en dos escuelas secundarias. Los análisis mostraron que en una de las escuelas los alumnos tuvieron un mejor rendimiento siguiendo el método tradicional, mientras que en la otra escuela, el mejor rendimiento lo tuvieron los alumnos que tuvieron el método no tradicional. Esto llevó a los investigadores a concluir que no es un método u otro, sino que los maestros deberían integrar los distintos métodos para encontrar qué es lo que funciona mejor con su grupo particular de estudiantes. Por otro lado, tanto maestros como investigadores, deben tomar en cuenta otras variables del ambiente de aprendizaje antes de asumir que aplicar los resultados de investigaciones de la psicología cognitiva va a producir resultados positivos en cualquier situación de aprendizaje.

En relación a la motivación y las actitudes involucradas en el aprendizaje, Akyürek y Afacan (2013) evaluaron las actitudes y la motivación de los alumnos hacia la clase de ciencia, comparando una instrucción basada en el cerebro (grupo experimental) con una instrucción tradicional (dos grupos control). Los resultados mostraron que tanto las actitudes como la motivación hacia la clase de ciencia eran mejores luego de haber recibido la instrucción basada en el cerebro, cuando se la comparaba con el grupo que recibió instrucción tradicional.

En otro estudio similar, Bawaneh, Zain, Saleh y Abdullah (2012) evaluaron los efectos de la enseñanza basada en el cerebro según el modelo de Herrmann sobre la motivación para aprender ciencia de 357 alumnos de octavo año. Encontraron que la motivación de los alumnos para aprender ciencia era significativamente más alta en el grupo que recibió instrucción bajo el modelo de Herrmann en comparación con el grupo que recibió instrucción bajo el modelo tradicional.

Por el contrario, Demirhan, Önder y Beşoluk (2014) evaluaron la efectividad de una enseñanza basada en el cerebro en el rendimiento, las actitudes, la autoeficacia y la disposición al pensamiento crítico en alumnos del profesorado de biología. Los resultados mostraron que no existían diferencias significativas entre el grupo experimental y el grupo control en el rendimiento y las demás variables estudiadas. Sin embargo, análisis cualitativos mostraron un efecto de la enseñanza basada en el cerebro en variables afectivas, cognitivas y metacognitivas.

En la opinión de los alumnos, los puntos destacables de la enseñanza basada en el cerebro son el ambiente de aprendizaje seguro y positivo (53%), el

aprendizaje experiencial y activo (15%) y las actividades relevantes y relacionadas con el mundo real (15%). En menor medida los alumnos destacaron el aprendizaje cooperativo y el pensamiento crítico y reflexivo (Freeman y Wash, 2013).

Analizando su propia experiencia enseñando matemáticas, Ambrus (2014) concluyó que los principios de la enseñanza basada en el cerebro son útiles para los maestros de matemáticas, especialmente si se toma en cuenta que en un aula se suele tener alumnos con distintos niveles de habilidades y que el cerebro de los niños (específicamente el cortex prefrontal que analiza y selecciona estrategias) todavía está en maduración.

Por último, las investigaciones muestran que hay fuertes correlaciones entre las creencias de los docentes y las estrategias de enseñanza implementadas, y también que los docentes sienten la necesidad de ser capacitados en cómo aprende el cerebro (Wachob, 2015).

Críticas y recomendaciones

Una de las principales críticas es que la educación basada en el cerebro se ha vuelto un producto comercial que vende. Sin embargo, la mayoría de los docentes no son expertos ni tienen los conocimientos necesarios para evaluar si la información es apropiada para los objetivos educacionales que quieren poner en marcha (Sylvan y Christodoulou, 2010). Tampoco conocen mucho acerca de los avances en neurociencia y sus implicaciones para la educación (Radin, 2009). Es más, señalan los críticos, la enseñanza basada en el cerebro todavía tiene mucho por descubrir y está plagada de malas interpretaciones (Lindell y Kidd, 2011; McCall, 2012). Es necesario realizar más investigaciones empíricas de métodos y principios que

sean evaluados en las aulas de los distintos niveles (Erbes et al., 2010). Por su parte, la Comisión de las Ciencias Comportamentales y Sociales de la Educación también advirtió que hay que tener cuidado al analizar los resultados de las investigaciones para identificar aquellos que son relevantes y con demostrado valor para la práctica áulica (1999, citado en Erbes et al., 2010).

Productos como “Brain gym”, que se basan en enunciados pseudocientíficos que llevan a falsas interpretaciones, o reportes presentados en las noticias de manera sensacionalista o distorsionada, llevan a los docentes a realizar aplicaciones simplistas que no tienen nada que ver con las investigaciones realizadas en un principio (McCall, 2012). Por eso, Lindell y Kidd (2011) animan a los docentes a cuestionar los programas basados en el cerebro y analizar si la efectividad del programa ha sido validada por investigaciones independientes que demuestran que la herramienta o estrategia genuinamente afecta la activación del cerebro y el aprendizaje.

Sylvan y Christodoulou (2010) proponen cinco pasos para evaluar los productos basados en el cerebro. El primer paso es identificar los objetivos educacionales y la población estudiantil a la cual están dirigidos. El segundo, determinar si hay correspondencia entre los objetivos educativos y el propósito del producto basado en el cerebro. Tercero, consultar la evidencia y los métodos para evaluar la lógica y la investigación empírica que apoya el producto. En cuarto lugar, identificar los beneficios y limitaciones del producto y considerar alternativas. Y por último, caracterizar el impacto del producto en el desempeño y en el cambio de conductas. Además, proponen que se utilice diferente

terminología para referirse al rol que cumple la neurociencia en el desarrollo del producto: sustentado en el cerebro, para productos y programas que han mostrado cambios en las funciones o estructuras del cerebro; derivados del cerebro, para describir productos derivados de teorías relacionadas con la neurociencia; impulsados por el cerebro, para productos que manipulan la actividad cerebral directamente; e inspirados en el cerebro, para productos inspirados en principios relacionados directa o indirectamente con la neurociencia.

Pareciera haber un mayor consenso de que, siendo que el sistema nervioso y su relación con la cognición y el comportamiento es tan compleja, la fundamentación del aprendizaje debe realizarse multidisciplinariamente, tomando en cuenta diversas explicaciones y los distintos niveles, desde el funcionamiento molecular hasta los sistemas sociales y físicos (Jensen, 2008).

Por su parte, Nixon (2012) señala los peligros de tener una visión tan cientista, sin tomar en cuenta a toda la persona, con sus aspectos intersubjetivos, culturales y ambientales, ya que el aprendizaje es una actividad cultural dinámica y no un mero programa neuronal. “El cerebro no aprende por sí mismo; nosotros aprendemos, y nosotros no somos nuestro cerebro” (p. 80). Si el cerebro es como una máquina con ciertas estructuras y funcionamiento, hay muy poco que podemos hacer para cambiarlo, salvo mediante la bioingeniería. En cambio, si es tan adaptable y flexible como lo presentan los de la teoría basada en el cerebro, no se puede predecir ni determinar su comportamiento.

Quizás una buena medida es entender que no todos los descubrimientos de la neurociencia pueden o deben tra-

ducirse en prácticas pedagógicas, pero si pueden servir para enmarcar ciertas estrategias o prácticas pedagógicas en una teoría sólida (Máčajová, 2013). Es dudoso, señala Tommerdahl (2010), que cada investigación en neurología tenga una aplicación a la educación, pero del conjunto de resultados de varias investigaciones, reflexionados a nivel comportamental y educacional, se puede llegar al desarrollo de nuevas metodologías educativas que, por supuesto, luego deberán ser investigadas y comprobadas.

En este sentido, Bruer (2006) sostiene que es mejor buscar fundamentos científicos para la pedagogía en la psicología cognitiva, ya que la neurociencia cognitiva, aunque probablemente siga encontrando mucha información novedosa y relevante, utiliza los modelos de la psicología cognitiva para explicar los procesos y funciones que estudia. Además, continúa, aunque los métodos de la neurociencia son poderosos, no está claro si los conceptos de aprendizaje y memoria que utiliza son los mismos que los psicólogos o maestros utilizan. La psicología cognitiva, argumenta, ofrece modelos psicológicos y de comportamiento sustentados en investigaciones que podrían tener un impacto inmediato en las prácticas áulicas.

Edelenbosch, Kupper, Krabbendam y Broerse (2015) analizaron la opinión de educadores y neurocientíficos acerca de la brecha entre la neurociencia y su aplicación a la educación. Encontraron que, en opinión de los entrevistados, hay muchos puentes que tratan de cubrir esa brecha, como libros, cursos y algunas investigaciones realizadas en escuelas. Sin embargo, no hay cooperaciones a largo plazo entre neurocientíficos y educadores. Esto se debe a la naturaleza de la investigación en neurociencia,

las barreras de comunicación y lenguaje, las diferencias epistemológicas entre la investigación y la práctica, y una cultura educativa rígida. Ellos sugieren que para superar esta brecha es necesario tener más investigaciones transdisciplinarias, donde tanto neurocientíficos como educadores trabajen juntos como una comunidad de aprendizaje.

Conclusiones

Los avances en la neurociencia y el estudio de los mecanismos involucrados en el aprendizaje han puesto en evidencia que, al contrario de lo propuesto por la corriente conductista, podemos saber qué sucede dentro de la cabeza del alumno a la hora de aprender; o al menos sabemos algunas cosas.

Los exponentes de la enseñanza basada en el cerebro presentan principios, estrategias o reglas derivados de las investigaciones en neurociencia, que explican cómo aprende el cerebro en su manera óptima y que son aplicables a la enseñanza.

Como se ha expuesto, las investigaciones de la aplicación de estos principios muestran resultados mixtos cuando se la relaciona con el rendimiento académico. Sin embargo, pareciera haber beneficios cognitivos y afectivos cuando se utilizan estos principios en la enseñanza. Quizás, como dice Tommerdahl (2010), los resultados de las investigaciones en neurociencias son como ingredientes básicos que los educadores deben experimentar y probar para desarrollar nuevas menús y platillos que servirle al estudiante, y no una receta única que sirva para todos.

Esta última idea también continúa en la línea de las críticas que recibe la educación basada en el cerebro, que, más bien, sugiere ser cautos en la apli-

cación indiscriminada y no articulada en una teoría pedagógica de los principios de la neurociencia.

En conclusión, los avances en la neurociencia han hecho imposible que la educación permanezca indiferente, pues, si sus descubrimientos permiten que entendamos mejor los procesos de aprendizaje de los alumnos, se puede diseñar una enseñanza que siga esos mismos procesos. En este sentido, quizás un término más apropiado sería enseñanza compatible con el cerebro. Esto quiere decir, seguir principios que compatibilizan con la manera natural del cerebro de aprender.

Posiblemente la mayor ventaja que la educación basada en el cerebro ofrece a los docentes son los principios y prácticas de enseñanza que tienen una base científica y que les permiten elaborar un marco teórico desde el cual plantear su trabajo. Como dice Radin (2009), “a veces nosotros (docentes) no somos considerados profesionales porque no podemos articular nuestro oficio y lo que hacemos” (p. 47). Por eso, Jensen (2008) sugirió que, “todos los educadores tienen que poder ser lo suficientemente profesionales para decir, ‘estas son las razones por las que hago lo que hago’” (p. 409). Y la educación basada en el cerebro puede ser un camino por el cual comenzar.

Referencias

- Akyürek, E. y Afacan, Ö. (2013). Effects of brain-based learning approach on student's motivation and attitudes levels in science class. *Mevlana International Journal of Education*, 3(1), 104-119.
- Ambrus, A. (2014). Teaching mathematical problem-solving with the brain in mind: How can opening a closed problem help? *CEPS Journal*, 4(2), 105-120.
- Bawaneh, A. K., Zain, A. N., Saleh, S. y Abdullah, A. G. (2012). Using Herrmann whole brain

- teaching method to enhance student's motivation toward science learning. *Journal of Turkish Science Education*, 9(3), 1-22.
- Boss, S. (2011). *Seis consejos para el aprendizaje basado en el funcionamiento del cerebro*. Recuperado de <http://www.edutopia.org/pdfs/guides/edutopia-guia-seis-consejos-aprendizaje-cerebro.pdf>
- Bruer, J. (2006). Points of view: On the implications of neuroscience research for science teaching and learning: Are there any? A skeptical theme and variations: The primacy of psychology in the science of learning. *CBE-Life Sciences Education*, 5(2), 104-110. doi:10.1187/cbe.06-0153
- Caine, R. N., Caine, G., McClintic, C. L. y Klimek, K. J. (2005). *12 Brain/mind learning principles in action: The fieldbook for making connections, teaching, and the human brain*. Thousand Oaks, CA: Corwin Press.
- Caine, R. N., Caine, G., McClintic, C. L. y Klimek, K. J. (2016). *12 Brain/mind learning principles in action: Teach for the development of higher-order thinking and executive function*. Thousand Oaks, CA: Corwin Press.
- Degen, R. (2014). Brain-based learning: The neurological findings about the human brain that every teacher should know to be effective. *Amity Global Business Review*, 9, 15-23.
- Demirhan, E., Önder, İ. y Beşoluk, Ş. (2014). Brain based biology teaching: Effects on cognitive and affective features and opinions of science teacher trainees. *Journal of Turkish Science Education*, 11(3), 65-78. doi:10.12973/tused.10119a
- Duman, B. (2010). The effects of brain-based learning on academic achievements of students with different learning styles. *Educational Sciences: Theory & Practice*, 10(4), 2077-2103.
- Edelenbosch, R., Kupper, F., Krabbendam, L. y Broerse, J. (2015). Brain-based learning and educational neuroscience: Boundary work. *International Mind, Brain, and Education Society*, 9(1), 40-49. doi:10.1111/mbe.12066
- Erbes, S., Folkerts, M., Gergis, C., Pederson, S. y Stivers, H. (2010). Understanding how cognitive psychology can inform and improve spanish vocabulary acquisition in high school classrooms. *Journal of Instructional Psychology*, 37(2), 120-132.
- Freeman, G. G. y Wash, P. D. (2013). You can lead students to the classroom, and you can make them think: Ten brain-based strategies for college teaching and learning success. *Journal on Excellence in College Teaching*, 24(2), 99-120.
- Gözüyesil, E. y Dikici, A. (2014). The effect of brain based learning on academic achievement: A meta-analytical study. *Educational Sciences: Theory & Practice*, 14(2), 642-648. doi:10.12738/estp.2014.2.2103
- Jensen, E. P. (2008). A fresh look at brain-based education. *Phi Delta Kappan*, 89(6), 408-417.
- Jensen, E. (2014). *10 most effective tips for using brain based teaching and learning*. Recuperado de <http://www.jensenlearning.com/pdf/10MostEffectiveTips.pdf>
- Kahveci, A. y Ay, S. (2008). Different approaches - common implications: Brain-based and constructivist learning from a paradigms and integral model perspective. *Journal of Turkish Science Education*, 5(3), 108-123.
- Lindell, A. K. y Kidd, E. (2011). Why right-brain teaching is half-witted: A critique of the misapplication of neuroscience to education. *Mind, Brain & Education*, 5(3), 121-127. doi:10.1111/j.1751-228X.2011.01120.x
- Máčajová, M. (2013). Neuropedagogy and brain compatible learning – Ideas for education in the 21st century. *Technológia Vzdělávania*, 21(3), 9-13.
- McCall, L. A. H. (2012). Brain-based pedagogy in today's diverse classrooms: A perfect fit-but be careful! *Delta Kappa Gamma Bulletin*, 78(3), 42-47.
- Medina, J. (2008). *Brain rules*. Seattle, WA: Pear Press.
- Moffet, N. y Fleisher, S. C. (2013). Matching the neurobiology of learning to teaching principles. *Journal on Excellence in College Teaching*, 24(3), 121-151.
- Nixon, G. (2012). You are not your brain: Against teaching to the brain. *Review of Higher Education and Self-Learning*, 5(15), 69-83.
- Radin, J. (2009). Brain-compatible teaching and learning: Implications for teacher education. *Educational Horizons*, 88(1), 40-50.
- Saleh, S. (2012). The effectiveness of the brain based teaching approach in enhancing scientific understanding of Newtonian physics among form four students. *International Journal of Environmental & Science Education*, 7(1), 107-122.
- Samur, Y. y Duman, B. (2011). How an awareness of the biology of learning may have an effect on performance. *Education as Change*, 15(2), 257-270. doi:10.1080/16823206.619139
- Sylvan, L. J. y Christodoulou, J. A. (2010). Understanding the role of neuroscience in brain based products: A guide for educators and consumers. *International Mind, Brain, and Education Society*, 4(1), 1-7. doi:10.1111/j.1751-228x.2009.01077.x
- Tommerdahl, J. (2010). A model for bridging the gap between neuroscience and education.

BIAGGI

- Oxford Review of Education*, 36(1), 97-109. doi:1080/03054980903518936
- Wachob, D. (2015). Teacher beliefs and practices about learning: Discrepancies in the field. *International Journal of Pedagogy & Curriculum*, 22(3), 27-36.
- Willis, J. (2013). Empower Students With Brain Knowledge. *Principal*, 92(4), 18-21.
- Zull, J. E. (2004). The art of changing the brain. *Educational Leadership*, 62(1), 68-72.

Recibido: 10 de abril de 2016

Revisado: 2 de mayo de 2016

Aceptado: 13 de junio de 2016