

UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO

Colegio de Ciencias Sociales y Humanidades

**El diálogo entre neurociencia y educación: “*neuro mitos*” y aplicaciones
para transformar el proceso de enseñanza-aprendizaje**

María José Terán

**María Dolores Lasso, Ed.M. , Director de trabajo de
titulación**

Trabajo de titulación presentado como requisito
para la obtención del título de licenciada en Ciencias de la Educación

Quito, diciembre de 2014

Universidad San Francisco de Quito
Colegio de Ciencias Sociales y Humanidades

HOJA DE APROBACIÓN DE TRABAJO DE TITULACIÓN

**El diálogo entre neurociencia y educación: aplicaciones para transformar
como enseñamos**

María José Terán

María Dolores Lasso, Ed. M.
Director de trabajo de titulación

Renata Castillo M.A Educación
Miembro del Comité de Titulación

María Dolores Lasso, Ed. M.
Coordinador Académico Educación

Carmen Fernández-Salvador, Ph.D.
Decano del Colegio de Ciencias Sociales y
Humanidades

Quito, diciembre 2014

© DERECHOS DE AUTOR

Por medio del presente documento certifico que he leído la Política de Propiedad Intelectual de la Universidad San Francisco de Quito y estoy de acuerdo con su contenido, por lo que los derechos de propiedad intelectual del presente trabajo de investigación quedan sujetos a lo dispuesto en la Política.

Asimismo, autorizo a la USFQ para que realice la digitalización y publicación de este trabajo de investigación en el repositorio virtual, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Firma: _____

Nombre: María José Terán Sánchez

C. I.: 1719240390

Lugar y fecha: diciembre de 2014

DEDICATORIA

Dedico este trabajo de titulación a mi madre, ya que ha sido la persona que me ha apoyado en todos los momentos de mi vida, especialmente durante mi carrera.

AGRADECIMIENTOS

Aprovecho esta oportunidad para agradecer a todas las personas que me han apoyado durante el desarrollo del siguiente trabajo de titulación. Agradezco a María Dolores Lasso y Renata Castillo por su guía, crítica constructiva, consejería, y apoyo. También agradezco a mi familia por su motivación, ayuda, comentarios y palabras de aliento. Agradezco a mis profesoras quienes han sido las responsables de mi pasión por la educación y a mis amigas por creer en mi.

RESUMEN EJECUTIVO

La falta de comunicación entre neurociencia y educación, y la ausencia de trabajo cooperativo entre las dos ciencias, son factores que originan un problema al momento de analizar la influencia de las investigaciones científicas en las prácticas educativas. Como consecuencia, han surgido “*neuro mitos*”, pero también se han identificado aportes basados en la investigación científica para la educación. Se toma en cuenta la importancia de la capacitación docente en neurociencia, para que puedan analizar y tomar decisiones informadas cuando se vean expuestos a información sobre el cerebro. El rol de las instituciones educativas, así como el de organizaciones estatales es crucial si se pretende alcanzar el objetivo de formar profesionales en el campo de la educación que utilicen los descubrimientos sobre el cerebro de manera efectiva en el aula. La metodología de este trabajo de titulación se basa en una investigación de artículos y estudios realizados por personajes conocidos por su trayectoria profesional, como: Sousa (2011), Bruno della Chiesa (2014), Devonshire y Dommet (2010), Usha Goswami (2006), entre otros. Como conclusión, se expone que existe un debate en cuanto a la influencia de la neurociencia en educación. Sin embargo, varios autores concuerdan en que el punto clave es el conocimiento y la difusión clara y efectiva de información, ya que si bien los estudios sobre el cerebro y su relación con el aprendizaje están apenas iniciando, los diferentes actores de la educación no pueden ignorar lo que ya se sabe y su implicación en el aula. La siguiente revisión de literatura sugiere realizar algunos estudios en Ecuador y también crear conciencia acerca de la importancia del entrenamiento y desarrollo profesional de los docentes en este tema, para así intentar eliminar la creencia en “*neuro mitos*” y poder aplicar los verdaderos aportes de la neurociencia en las prácticas educativas.

ABSTRACT

The lack of communication and cooperative work between neuroscience and education represents a problem when trying to analyze the influence of scientific research on classroom practices. The following literature review is based on the main factors that cause this problem; the belief on “*neuromyths*” and the authentic contributions of neuroscience to educational practices. The importance of teacher training, professional development, as well as state officers, and principals’ participation is also acknowledged as a mean to apply brain research effectively in the classroom. The following literature review is founded on articles and studies investigation written by well-known scientists and educators such as: Sousa (2011), Bruno della Chiesa (2014), Devonshire and Dommet (2010), Usha Goswami (2006), among others. In conclusion, it is exposed that there exists an ongoing debate about the influence of neuroscience in education, but, most authors believe that a clear diffusion of information and teacher preparation on these issues are crucial. It is also said that even though educational neuroscience research is still on an early stage, educators cannot ignore what is already known about the brain and its impact on learning. The following literature review suggests some studies in Ecuador as a way to reflect about the importance of teacher preparation on educational neuroscience, which will probably eliminate the beliefs on “*neuromyths*” and will cause teachers to implement brain research findings in the classroom.

TABLA DE CONTENIDO

Resumen	7
Abstract	8
INTRODUCCIÓN AL PROBLEMA	10
Antecedentes	11
El problema	16
Hipótesis	18
Pregunta(s) de investigación	20
Contexto y marco teórico	21
Definición de términos	21
REVISIÓN DE LA LITERATURA	23
Metodología para el proceso de revisión de literatura	23
Formato de la revisión de la literatura	24
CONCLUSIONES (Nivel 1) (Capítulo 3 de la tesis)	39
Respuesta a la pregunta de investigación	41
Resumen del estado actual de la investigación acerca del tema	42
Relevancia de este estudio	43
Limitaciones en el proceso de revisión de literatura	45
Propuesta para posibles estudios acerca del tema	45
REFERENCIAS	47

INTRODUCCIÓN AL PROBLEMA

¿Cuál es la relación que existe entre la neurociencia y la educación? Si bien el objetivo de la neurociencia ha sido entender al cerebro por medio de la investigación, las publicaciones relacionadas al funcionamiento del mismo carecen de conexiones para su aplicación en el aula (Daniel, 2014). Estos descubrimientos neuro científicos suelen ser desarrollados en ambientes controlados, con pocos participantes, por lo cual no se ha podido generalizar ciertas conclusiones. La falta de conocimiento acerca del cerebro por parte de algunos educadores, ha causado que ciertos hallazgos se universalicen y se conviertan en “*neuro mitos*”, creencias infundadas acerca del cerebro y de cómo este aprende. Educadores, directores e incluso ministros de educación, no han sido capacitados para comprender e interpretar los resultados presentados a través de diversos artículos de neurociencia. Para poder llegar a conclusiones más apegadas a la aplicación real de lo que se conoce acerca del cerebro, es necesario que estas revelaciones sean aplicadas en el aula de clases y probar así su veracidad (Daniel, 2014). Durante el último siglo, ha existido una proliferación de organizaciones, libros, metodologías y prácticas educativas basadas en el cerebro, que no siempre cuentan con las credenciales académicas y científicas que respalden sus postulados (Campos, 2014). Es necesario que se fomente la comunicación efectiva entre estas dos ciencias: la neurociencia y la educación mediante un hilo conductor que facilite la comunicación e intercambio. Ambas persiguen el mismo fin, pero lo hacen en líneas paralelas, lo que en ocasiones causa que en lugar de complementarse, se distancien innecesariamente (Fischer, Daniel, Immordino-Yang, Stern, Battro & Koizumi, 2007). Es imprescindible que esta comunicación sea de doble vía, ya que educador cuenta con los conocimientos y experiencia en el aula que el científico carece, y viceversa. Si bien

a lo largo de la historia de la educación han existido un sinnúmero de teorías, pensamientos, y metodologías que han sido aplicadas en el aula, la neurociencia educativa, se puede convertir en un conjunto de herramientas que regeneren prácticas educativas, faciliten la comprensión del proceso de enseñanza-aprendizaje con base científica en descubrimientos acerca del cerebro, y comprueben teorías y metodologías utilizadas en el ámbito educativo hasta ahora (De la Chiesa, 2014). El problema reside en la poca aplicación de los descubrimientos de la neurociencia en el ámbito educativo, cuando es sumamente necesaria su fusión para poder redirigir el paradigma de la educación.

Antecedentes

Para poder comprender a profundidad el problema planteado, es necesario analizar el contexto global en el que se encuentra la relación entre la neurociencia y la educación. Según Gardner y Blake (2007), la segunda mitad del siglo veinte se ha caracterizado por la importancia de la biología para el ser humano. La genética, la investigación en cuanto a procesos cerebrales y desarrollo biológico de las personas, han motivado un renovado interés científico. Por medio de estudios científicos, ha sido posible encontrar respuestas a diferentes incógnitas, algunas de ellas referentes al ámbito educativo. Debido a la existencia y propagación de los “*neuro mitos*”, y la falta de vínculo que ha existido entre neurociencia y educación, en el año 2000, Howard Gardner y Kurt Fischer de la Universidad de Harvard, con el fin de evidenciar la relación entre la neurociencia y la educación empezaron a dictar un curso denominado “Desarrollo cognitivo, cerebro y educación”, el mismo que tuvo abundante acogida por parte de los educadores y dentro del proceso de su preparación, ya que en él se evidenció el valor de la aplicación de la neurociencia en la educación.

Según Dekker, Lee, y Jolles (2012), los años 90 fueron “La década del cerebro” puesto que durante este período se presentaron grandes avances en cuanto al funcionamiento del mismo en base a investigaciones científicas, generando nuevas teorías acerca de su funcionamiento. Sin embargo, pese a los grandes descubrimientos científicos, en éste período, se ignoró la necesidad de que los resultados científicos puedan ser interpretados y aplicados por una audiencia que se beneficiaría de sobremanera de su aplicación. Así pues, no se tomó en cuenta la importancia de la falta de preparación por parte de educadores, algo que impulsó el nacimiento de los “*neuro mitos*” (Ferrari & McBride, 2011). Bruno della Chiesa (2014) indica que es necesaria la voluntad política para llevar a cabo investigaciones neuro científicas alrededor del mundo, que permitan contextualizar los resultados de las investigaciones en diferentes realidades y situaciones. Para lograrlo, es necesario difundir los descubrimientos de la neurociencia en un lenguaje que permita a quienes toman las decisiones a nivel de países, comprender las implicaciones y relación entre los procesos educativos y la neurociencia. Así desde las instancias del poder, se podría fomentar un modelo educativo basado en evidencias científicas que impulse la calidad del procesos enseñanza-aprendizaje. Organizaciones como la OECD, están interesadas en mejorar la comunicación entre las ciencias, ya que esta impulsó un proyecto llamado “Brain and Learning”, con el objetivo de crear conciencia sobre la importancia de la presencia de “*neuro mitos*” en ambientes no científicos, especialmente en escuelas y colegios alrededor del mundo (Howard-Jones, Franey, Mashmoushi, y Liao, 2009). Este se dividió en dos fases; la primera desde 1999 hasta el 2002 y la segunda desde el 2002 hasta el 2006. Durante la primera fase, neurocientíficos alrededor del mundo se reunieron para analizar las implicaciones de sus descubrimientos en el proceso de enseñanza-aprendizaje. La segunda fase del proyecto, se

concentró en tres aspectos fundamentales: la forma de utilizar el lenguaje, la manera en la que se presentan los datos en las investigaciones, y la opción de trabajar cooperativamente en un sistema transdisciplinario e internacional (OECD, 2014). Por otro lado, el presidente Barack Obama, impulsó un proyecto llamado “BRAIN Initiative” en el 2013. Si bien el objetivo del mismo es apoyar a investigaciones científicas sobre el cerebro, se concentra en el diagnóstico y cura de ciertos desórdenes cerebrales, mas no en el impacto que pueden tener los descubrimientos en el proceso de enseñanza aprendizaje (The White House, 2013). Esto demuestra que existe interés y voluntad en la evolución de la neurociencia, por parte de organizaciones gubernamentales, pero todavía falta participación política para poder impulsar la implementación de proyectos como éste con el objetivo de causar un impacto a largo plazo en la calidad de la educación.

La evolución en la comunicación entre neurociencia y educación se está dando de manera positiva, ya que varios neuro científicos, como por ejemplo David Daniel y Kenneth Pugh, han mostrado interés en el impacto de sus investigaciones sobre el cerebro en la transformación del sistema educativo. Esto ha captado la atención de los docentes, entre esos Bruno della Chiesa, quien es un reconocido educador en Harvard, pero también se ha desenvuelto en el área de la neurociencia, realizando varios estudios e incluso escrito el libro “Understanding the Brain: the Birth of a Learning Science” (Harvard School of Education, 2014). Sin embargo, a falta de una capacitación formal basada en las necesidades e intereses de los docentes, estos adquieren información y establecen sus propias reflexiones, las mismas que no garantizan una mejora en sus prácticas educativas (Dekker, Lee, y Jolles, 2012, Howard-Jones, Franey, Mashmoushi & Liao, 2009).

Debido al incremento en el interés por el tema se han publicado textos, libros,

manuales e incluso se han formado organizaciones que giran alrededor de estos descubrimientos. El problema radica en que la mayoría de investigaciones han sido malinterpretadas. Por lo tanto, diferentes textos y publicaciones tienden a generalizar descubrimientos científicos, en lugar de brindar información certera al educador. Por esta razón, la difusión y aplicación de los “*neuro mitos*” se ha acrecentado. Esto a su vez, ha causado que los científicos creen barreras al momento de publicar sus artículos para evitar erróneas interpretaciones de sus aportes y por otro lado, que los educadores sientan confusión y frustración en la relación a la falta de vínculo entre las investigaciones y descubrimientos científicos de la neurociencia y su aplicación en el aula (Campos, 2014).

Es relevante notar que la neurociencia debe explicar ciertos fenómenos que ocurren en el cerebro de tal manera que los educadores comprendan cómo funciona. Sin embargo, la proliferación de “*neuro mitos*” se expande pese a que aun no se han identificado prácticas y metodologías específicas para mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje por parte de la neurociencia ya que ésta se encuentra en una etapa en la que se han iniciado investigaciones que facilitan la comprensión de algunos procesos que ocurren en el cerebro. Esta investigación sobre el tema es, hasta el momento, su principal aporte. Seguramente, en un futuro se podrá encontrar estudios que informen de manera más específica a las prácticas educativas. El mayor obstáculo para la aplicación de los descubrimientos de la neurociencia radica en la dificultad al lograr un transmitir mensajes claros a una audiencia que no logra comprender el lenguaje que se utiliza en estudios científicos, su metodología o resultados.

Bruer (1997), si bien parece que la neurociencia y la educación se encuentran todavía muy lejos la una de la otra, existen dos puentes que pueden acercarlas; el primero,

formado hace cincuenta años, entre la educación y la psicología cognitiva, y el segundo, entre la neurociencia y la psicología cognitiva. Es decir, en el primer caso, la educación y la psicología cognitiva han trabajado conjuntamente para poder aplicar conocimientos psicológicos acerca de la memoria, aprendizaje, pensamiento y razonamiento en el aula de clases. Esto ha causado que algunas prácticas educativas se transformen gracias a la aplicación de los aportes de la psicología cognitiva en las carreras de educación (Roediger, 2013). Por otro lado, la psicología cognitiva ha podido conectarse con la neurociencia, primero, porque la cognición es una rama de sus estudios, y segundo, porque la neurociencia utiliza modelos cognitivos como herramientas para aislar y cuantificar diferentes procesos y luego asociarlos con estudios cerebrales de manera más efectiva (Forstmann, Wagenmakers, Eichele, Brown & Serences, 2011).

Sanne Dekker, Nikki Lee, y Jolles Jelle (2012), realizaron un estudio en Holanda y el Reino Unido para investigar la prevalencia en la creencia en “*neuro mitos*” por parte de los docentes. Se utilizó una encuesta en línea para evaluar el conocimiento general y los “*neuro mitos*” en los que creían los maestros que participaron en este estudio. La muestra consistió en 242 profesores y profesoras de primaria y secundaria quienes estaban interesados/as por aprender sobre neurociencia y educación. Estos/as participantes completaron una encuesta que contaba con 32 enunciados sobre el cerebro, de los cuales 15 eran “*neuro mitos*”. Se recolectó datos adicionales sobre el sexo, tipo de colegio, edad, entre otros. Los resultados mostraron que en promedio, los docentes creían en un 49% de “*neuro mitos*”, la mayoría relacionados con programas educativos comerciales. Alrededor del 70% de enunciados relacionados con la comprensión en general sobre el cerebro fueron respondidos correctamente. También se pudo mostrar, que los docentes que leían revistas populares de ciencia obtuvieron resultados más altos, pero estos puntajes predecían un

incremento en la creencia en “*neuro mitos*”. Este estudio concluyó, que si bien los docentes están interesados en aprender sobre los aportes de la neurociencia para la educación, tienen una dificultad al diferenciar datos científicos de pseudociencia, lo cual aclara la necesidad de una comunicación interdisciplinaria que reduzca los malentendidos en un futuro.

En conclusión, diferentes actores de la educación deben estar pendientes de los nuevos descubrimientos y estudios acerca del cerebro y su relación con el proceso de enseñanza-aprendizaje, pero deben estar aún más alerta de las generalizaciones inciertas que guían a la educación hacia la difusión de diferentes “*neuro mitos*”.

El problema

La necesidad de investigar sobre este tema reside en el hecho de que debido a que no existe una comunicación efectiva entre ciencias, la creencia y la aplicación de “*neuro mitos*” se emplean y difunden rápidamente. Esto evita que haya un verdadero impacto de los descubrimientos neurocientíficos en el aula. Fischer, Daniel, Immordino-Yang, Stern, Battro & Koizumi (2007), se acercan a la explicación de este problema con el siguiente ejemplo: es muy diferente leer algo en un laboratorio, que en casa o en la escuela. Esto explica que si bien se han hecho magníficos descubrimientos sobre el cerebro, no se pueden aplicar en el aula hasta que ambas ciencias encuentren un lenguaje apropiado y que facilite la comprensión de ambos sentidos, de la neurociencia a la educación y viceversa. Atherton (2005) se acerca a explicar este problema al exponer que debido a la falta de comprensión sobre el tema, y la insaciable necesidad de resolver problemas de la educación utilizando soluciones basadas en la investigación, se ha establecido una metodología basada en el funcionamiento del cerebro como industria. Esta se está

proliferando rápidamente en el ámbito educativo, y por eso es importante que las publicaciones que se realicen sobre el cerebro y las implicaciones de estas en la educación tomen en cuenta las diferentes audiencias que se podrían beneficiar de ellas, es decir, las fuentes de difusión de los descubrimientos científicos deben considerar la necesidad de facilitar la comprensión de sus resultados a una audiencia más amplia, dentro de la cual puede incluirse a los educadores. Devonshire & Dommet (2010), expresan que ambas profesiones deben ser “bilingües” para poder comunicarse directamente, ya que conceptos tales como “aprendizaje” pueden tener diferentes definiciones para la neurociencia y para la educación. Según Hendel, Giller, Hollenbach, Marhsall, Oughton, Pickthorn, Schilling, y Versiglia (2010), la neurociencia define el aprendizaje como un cambio constante que transforma la estructura física del cerebro y resulta en su organización y reorganización de manera consciente e inconsciente. Por otro lado, en el ámbito educativo, el aprendizaje es un proceso por el cual se adquiere, expande y cambia el conocimiento, destrezas y valores, por medio de influencias cognitivas, emocionales y ambientales (Shell, 2013). El educador juega un rol crucial en la evolución de la educación y de la neuro educación, ya que su participación es clave al momento de guiar investigaciones hacia temas realmente importantes en el ámbito educativo. Campos (2014) expone que para lograr este objetivo, los educadores deben estar preparados en cuanto a la interpretación y análisis de investigaciones sobre el cerebro. Esta autora indica que existe una falta de conocimiento en cuanto a lo que significa la lectura crítica y científica, ya que hay artículos, investigaciones o publicaciones sin sustento científico que causan un impacto negativo en las prácticas educativas. Los docentes se convencen de lo que leen o escuchan acerca del cerebro, cuando en realidad, la mayoría de información que se difunde acerca del mismo no cuenta

con sustento en la investigación científica, generando “*neuro mitos*” que luego se aplican en el aula de clases (Daniel, 2014).

Por otro lado, Ansari & Coch (2006), indican que la neurociencia educativa y cognitiva representa una importante herramienta para comprender procesos de aprendizaje. Por esta razón, el entrenamiento en neurociencia cognitiva o educativa en las universidades debería ser crucial en los programas de formación de maestros. En Goswami (2006), el autor presenta algunas evidencias de como los profesores muestran su interés por la neurociencia, pero se encuentran sumamente persuadidos a diseñar lecciones basadas en generalizaciones que se han hecho sobre investigaciones sobre el cerebro, por parte de libros, cursos y manuales comerciales. Si los educadores estarían preparados tanto para interpretar descubrimientos como para aplicar nuevos conocimientos en el aula, y evaluar el verdadero impacto de la neurociencia en la educación y sus limitaciones, la ciencia del cerebro podría convertirse en una poderosa herramienta para transformar la educación (Sparks, 2012).

Hipótesis

El campo de estudio denominado “Mente, Cerebro y Educación” es sumamente amplio y aun se encuentra en sus principios. La mayoría de actores de la educación están interesados en la influencia del cerebro en la educación, pero, aun no están preparados para ser escépticos al momento de leer artículos o investigaciones sobre el cerebro. Por esta razón, al recibir un sinnúmero de información acerca del cerebro, por medio de libros, revistas, artículos, páginas web, los docentes no pueden diferenciar entre información real o ficticia y las aplicaciones que pueden tener o no en el aula. Esto a su vez, causa que profesores se frustren y confundan, y se apliquen prácticas educativas con un déficit de

análisis y reflexión (Devonshire & Dommet, 2010). Purdy & Morrison (2011) expresan que el reto es lograr una comunicación efectiva entre científicos y educadores, simplificando la manera de transmitir los descubrimientos de la ciencia, pero sin llegar a perder su esencia. De esta manera, se puede lograr que la neurociencia educativa tenga un verdadero impacto en las prácticas educativas en un futuro. Goswami (2006) expresa que una de las maneras en las que se puede mejorar la comunicación entre estas dos ciencias es que los científicos conversen directamente con educadores. Hoy en día, existen algunas organizaciones que respaldan esta idea, entre ellas, “La Sociedad Internacional de Mente, Cerebro y Educación”, una sociedad profesional ubicada en Poway, Canadá, cuyos objetivos principales son facilitar el trabajo colaborativo entre la biología, educación y neurociencia, mejorar el nivel de conocimiento sobre la relación entre neurociencia y educación, desarrollar recursos tanto para científicos como para maestros y crear e identificar información válida que impacte de manera positiva a las prácticas educativas (IMBES, 2014). Existen organizaciones que se encargan de conectar los estudios del cerebro con la educación. Por ejemplo, La “Fundación Dana”, es una organización privada que apoya a investigaciones sobre el cerebro por medio de ayudas económicas, publicaciones y programas educativos (The Dana Foundation, 2014). La Universidad de Harvard, ha desarrollado una página web que contiene información real sobre neurociencia, la misma que no solo busca brindar información con sustento científico, sino que además se esfuerza por presentarla de tal manera que pueda ser comprendida por diferentes audiencias con menos entrenamiento para la interpretación de publicaciones científicas, dentro de esta audiencia se encuentran los educadores (Ferrari & McBride, 2011). Además, la Universidad de Harvard, tiene un programa de Maestría enfocado en “Mente, Cerebro y Educación”, en la cual docentes, directores, científicos y políticos

pueden analizar investigaciones científicas y reflexionar acerca de su impacto en el aula. Por lo tanto, se plantea que la introducción de la neurociencia se incorpore en programas universitarios de formación de profesores y carreras de educación para facilitar la transferencia de la información que brinda la ciencia a las prácticas realizadas en el aula. En un estudio realizado por McBride & Todd en el año 2008, los resultados muestran que el 90% de 95 profesores que aprobaron un curso sobre el cerebro adolescente, declararon que los conocimientos adquiridos sobre las investigaciones neuro científicas habían impactado sus prácticas educativas. La comunicación entre científicos y profesores debe mejorar de manera inminente para que la ciencia logre tener un impacto positivo y práctico en la práctica profesional educativa y fortalecer los esfuerzos para mejorar el proceso de enseñanza aprendizaje.

Este estudio presenta como hipótesis que la existencia de profesionales de la educación preparados para la interpretación y análisis de descubrimientos neurocientíficos, facilitará la comunicación y difusión de los resultados sustentados en la investigación científica y sus aplicaciones prácticas. De esta manera se logrará la disminución de la difusión de “*neuro mitos*” y se maximiza el potencial de la aplicación de los descubrimientos científicos dentro proceso de enseñanza-aprendizaje.

Pregunta de investigación

¿Cuál es el rol de la comunicación entre neurociencia y educación en la difusión efectiva de los descubrimientos de neurociencia que pueden aportar a las prácticas educativas en el aula?

Contexto y marco teórico

El contexto y el marco teórico de este trabajo de investigación estará centrado en la perspectiva del enfoque del “Mente, Cerebro y Educación”. Este es un enfoque que explora los descubrimientos en las áreas de neurociencia, psicología y educación y que pueden informar acerca del proceso de enseñanza-aprendizaje (Sousa, 2011). Si bien las teorías psicológicas y educativas han tenido un impacto en la educación, “Mente, Cerebro y Educación” representa una herramienta, con la cual el educador puede respaldar sus prácticas en la investigación científica. El objetivo de “Mente, Cerebro y Educación” es la evaluación de investigaciones científicas y su relación con la psicología y la educación (Sousa, 2011). Por esta razón, este trabajo de investigación utilizará esta perspectiva para evaluar el problema de la comunicación entre neurociencia y educación y explorar ciertas estrategias de difusión de los descubrimientos para las audiencias interesadas para evitar la creencia y la difusión en “*neuro mitos*” pero también para comprender las aportaciones de esta ciencia a la educación.

Definición de términos

Neurociencia: todo tipo de investigaciones sobre el cerebro, para el propósito de este estudio se utilizará “neurociencia” para explicar investigaciones realizadas acerca del funcionamiento del cerebro aplicadas al proceso de enseñanza- aprendizaje, y temas que se relacionan con la educación (Society for Neuroscience, 2014).

Educación: Para el propósito de este estudio, el término “educación” se utilizará para explicar la ciencia que estudia el desarrollo integral de una persona a lo largo de la etapa escolar, adquiriendo nuevos conocimientos, destrezas y actitudes (Cambridge Dictionaries Online, 2014).

Neuro mito: Para el propósito de este estudio, el término “*neuro mito*” serán las prácticas o creencias que resultan de interpretaciones erradas acerca de estudios del funcionamiento del cerebro. Los “*neuro mitos*” no cuentan con base científica en la neurociencia (Rimmele, 2014). En la siguiente revisión de literatura, la palabra “neuro mito” estará entre comillas, ya que no es una palabra que se encuentra en el diccionario de la real academia de la lengua española.

Mente, Cerebro y Educación: Para el propósito de este estudio, el término “Mente, Cerebro y Educación” será utilizado para explicar la asociación transdisciplinaria que utiliza conocimientos de psicología cognitiva, neurociencia y educación para mejorar prácticas en las tres diferentes disciplinas (Tokuhama-Espinosa, 2011).

Esta primera parte del trabajo de investigación plantea que la comunicación entre neurociencia y educación es crucial al momento de aplicar o evaluar el impacto de la ciencia en el proceso de enseñanza-aprendizaje. A continuación se encuentra la Revisión de la Literatura, la misma que acaparará la importancia de la comunicación entre las ciencias, los “*neuro mitos*” más difundidos y los verdaderos aportes de la neurociencia a la educación, seguida por la conclusión y análisis sobre los temas expuestos anteriormente.

REVISIÓN DE LA LITERATURA

Metodología para el proceso de revisión de literatura

La siguiente revisión de literatura se basó en algunos temas relacionados con la pregunta de investigación. Es decir, el diálogo entre neurociencia y educación, los “*neuro mitos*” presentes y los aportes de la neurociencia a las prácticas educativas. También se plantea la importancia del entrenamiento a profesores en este tema para que puedan comprender y aplicar investigaciones sobre el cerebro en el aula. El siguiente trabajo estará dividido por temas que intentarán explicar la importancia del diálogo entre la neurociencia y la educación para poder descubrir aplicaciones en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

Los temas de la revisión de la literatura se generaron después de haber leído varios autores, artículos, libros y también tras haber asistido al Tercer Congreso Mundial de Neuro educación en donde David Daniel, Ana Lucía Campos y Bruno della Chiesa, hablaron sobre la importancia del diálogo entre ciencia y educación. Luego, se categorizaron los temas en base a la importancia de la difusión apropiada de los estudios de neurociencia para su aplicación en el contexto educativo, los “*neuro mitos*” más comunes debido a su difusión en fuentes sin sustento científico y finalmente los descubrimientos de la neurociencia con sustento científico que se pueden aplicar dentro del proceso de enseñanza aprendizaje. Para desarrollarlos se escribió un esquema para poder alinear los temas con el problema, hipótesis y título de este estudio. Para hacer posible el desarrollo de la revisión de literatura, se investigó en fuentes primarias, entre ellas artículos por Fischer, Daniel, Immordino-Yang, Stern, Battro & Koizumi, (2007), Tokuhama-Espinosa (2011), Bruer (1997), entre otros autores conocidos por su trayectoria y credenciales académicas

en el campo de la neurociencia y la educación. Se consultaron fuentes provenientes de bases de datos especializadas en temas educativos como EBSCO y ERIC y material de referencia obtenido en el Congreso Mundial de Neuro educación.

Durante el proceso de revisión de literatura, primero se investigaron conceptos como: neurociencia, neurociencia educativa, aprendizaje basado en el cerebro y “*neuro mitos*”. En general, se llegó a la conclusión de que si bien existen investigaciones sobre el cerebro, el impacto en la educación es muy limitado. Una vez obtenida la información sobre el tema, se categorizaron las fuentes por tema, siendo estos respectivamente: comunicación entre neurociencia y educación, “*neuro mitos*”, y aportes de la neurociencia a la educación. Se escogió el tema acerca de “*neuro mitos*”, ya que representan un obstáculo entre la comunicación de estas dos ciencias. Pero, también se determinó incluir algunos aportes de la neurociencia a la educación, ya que si éstos se comprenden y se aplican de la manera adecuada, pueden tener un impacto positivo en el aula. Luego de la investigación, se procedió a analizar, priorizar, y comparar artículos y autores para intentar responder a la pregunta de investigación.

Formato de la revisión de la literatura

La estructura y diseño de la revisión de la literatura estará organizado por temas. Dentro de cada tema, se analizará y expondrá visiones de diferentes autores y artículos. Sin embargo, la revisión de la literatura empezará por exponer información acerca del diálogo entre neurociencia y educación, seguido por los “*neuro mitos*” presentes en la práctica educativa y finalizando con algunos aportes de la neurociencia a la educación. Se concluirá con información acerca del rol que tienen los educadores y la importancia del entrenamiento de estos en neurociencia educativa.

La comunicación entre neurociencia y educación.

¿Cuál es la importancia de la comunicación y el diálogo entre la neurociencia y la educación? ¿Cuáles son las aplicaciones de este diálogo en la manera de enseñar en el aula de clases? La comunicación entre neurociencia y educación se define como el trabajo cooperativo y colaborativo entre las dos ciencias. Esto se refiere a la investigación conjunta, la utilización de un mismo lenguaje, y la comprensión de diferentes temas en ambas áreas (Daniel, 2014). En el desarrollo de este tema se analizará diferentes percepciones de autores en cuanto a la situación actual de la comunicación entre educación y neurociencia.

El rol de la comunicación entre neurociencia y educación es crucial al momento de evaluar la evolución de la educación en temas científicos. En un principio, existían teorías, metodologías y filosofías distintas que intentaban informar al docente acerca del proceso de enseñanza-aprendizaje. Hoy en día, la educación persigue el objetivo de obtener información válida y científica para aplicar en el aula por medio de los descubrimientos neuro científicos (Campos, 2014). En el pasado, solo personas de estratos socio económicos altos podían aspirar a ser educados de manera formal e informal. Sin embargo, hoy en día, todos los niños y niñas tienen derecho a estudiar, y las aulas de clases cada vez se enfrentan a nuevos retos en cuanto a problemas emocionales y de aprendizaje (Tokuhama-Espinosa, 2011). Por esta razón, es importante que todos los actores de la educación tomen a los estudios sobre neurociencia como una herramienta basada en la investigación que puede tener aplicaciones en la manera de enseñar y guiar a todos los estudiantes a alcanzar objetivos a nivel escolar. Es importante tomar en cuenta que la educación es una ciencia muy diferente a la neurociencia, ya que su enfoque principal es

desarrollar pedagogías que ayuden a personas a alcanzar objetivos, y la neurociencia se basa en la investigación sobre el cerebro (Devonshire & Dommet, 2010). Sin embargo, si bien estas tienen diferentes objetivos y trabajan de manera distinta, se pueden encontrar aplicaciones de las investigaciones en el aula de clases, algo que podría transformar las prácticas educativas.

Las investigaciones de la neurociencia han logrado explicar mecanismos importantes en el cerebro como que permiten comprender la dislexia, el desarrollo del cerebro adolescente, períodos sensibles, entre otros, que deben ser tomados en cuenta por la educación. Por esta razón, *Mente, Cerebro y Educación*, nació como una asociación para agrupar las contribuciones de la psicología cognitiva neurocientífica y la psicología del desarrollo. Sin embargo, la ciencia de la educación entró a formar una parte importante, debido a su rol crucial al momento de transformar la comprensión sobre el cerebro y su aplicación en los procesos de enseñanza aprendizaje. Su objetivo principal es seleccionar las mejores fuentes de información sobre las tres disciplinas y así proponer soluciones a problemas educativos tomando en cuenta las diferentes teorías e investigaciones científicas. Esto ha contribuido a que la comunicación entre ciencias pueda de alguna manera encontrar puntos de intersección y soluciones en conjunto (Tokuhama-Espinosa, 2011).

La comunicación entre neurociencia y educación debe ser analizada, ya que si bien es crucial para la aplicación de investigaciones en el aula, es imprescindible notar que ambas tienen diferentes maneras de observar el mundo (Tokuhama-Espinosa, 2014). Esto causa que tengan distintos objetivos que cumplir, sin llegar a tener una meta en común que ayude a transformar la educación. Por ejemplo, la neurociencia y la educación tienen distintos objetivos en cuanto a metodologías y procedimientos que se utilizan en la

investigación. Dubinsky (2010) expresa que profesores y profesoras del área de primaria básica indican que las investigaciones realizadas en el campo de la neurociencia, están muy alejadas de la realidad del aula, algo que causa que las investigaciones tengan muy poco que informar a educadores sobre sus prácticas. Este autor, también expresa que los científicos ignoran las percepciones de los educadores y viceversa, acrecentando los obstáculos para una comunicación efectiva entre ambos grupos profesionales.

Uno de los problemas que aun existen en cuanto a la comunicación entre neurociencia y educación es la falta de colaboración entre los actores de estas dos disciplinas. Es decir, a los científicos les interesa llevar a cabo sus investigaciones, y a los educadores, ayudar a sus estudiantes a cumplir objetivos (Devonshire & Dommet, 2010). Sin embargo, el número de profesores que se interesan por aprender sobre neurociencia y el interés científico por el impacto de sus investigaciones en el aula incrementa con el pasar del tiempo. Cabe recalcar, que los científicos, muestran menos entusiasmo que los educadores, debido a un miedo a que la información se pierda en traducciones, se malinterpreten y que sean utilizadas como negocio, sin tener fundamento científico, un fenómeno que en efecto, está sucediendo (Zambo & Zambo, 2011).

En conclusión, la comunicación entre ciencia y educación es un aspecto crucial a tomar en cuenta al momento de analizar las aportaciones que las investigaciones puedan tener en las prácticas educativas. Si bien las dos ciencias son diferentes y tienen objetivos distintos, comparten la meta de transformar y entender la manera en la que el ser humano aprende y se desarrolla.

“Neuro mitos” que nublan las aplicaciones de neurociencia en educación.

Si bien la década de los noventa se ha caracterizado por la cantidad de investigaciones en cuanto a genética y biología, esta explosión de información,

especialmente sobre el cerebro, ha causado que existan malinterpretaciones sobre sus aportes (Goswami, 2006). La falta de entrenamiento por parte de los profesores, la falta de comunicación efectiva entre ciencia y educación, y la explosión de negocios y organizaciones que dicen basarse en el cerebro sin fundamentación científica alguna, han sido los causantes de los famosos “*neuro mitos*”, los mismos que al contrario de fomentar un trabajo colaborativo entre ciencia y educación, nublan sus intereses en común y los alejan cada vez más. A continuación se presentarán algunos “*neuro mitos*” sobre el cerebro y su aclaración.

Parte de la explosión de cursos, programas y libros escritos que dicen estar basados en neurociencia, nacen gracias a la necesidad que tienen los educadores por aprender acerca de esta ciencia y sus aplicaciones en el aula (Dubinsky, 2010). Este autor expresa que esta demanda por saber sobre esta ciencia y su conexión con la educación, ha causado que personas de negocios desarrollen entrenamientos y cursos que normalmente tienen como base solo estrategias básicas de manejo de clase. Los “*neuro mitos*” expuestos a continuación son aquellos que se repiten en varios artículos, textos e investigaciones debido al impacto que tienen el proceso de enseñanza-aprendizaje.

“*Neuro mito*” 1: Plasticidad sináptica y períodos críticos en el aprendizaje.

La plasticidad sináptica es un término que ha degenerado en un mito, ya que se cree que los procesos sinápticos de las neuronas funcionan o están activos solo en niños, y que por lo tanto, existen períodos críticos y determinantes para aprender algún contenido, destreza o actitud. El proceso sináptico, es el procedimiento por el cual las conexiones neuronales ocurren en el cerebro (Stufflebeam, 2008) El cerebro tiene una gran plasticidad sináptica, es decir, las sinapsis pueden cambiar su fuerza, o actividad, por sí solas o por

algún otro estímulo del ambiente (Byrne, 2014). Las personas que creen en este “*neuro mito*”, piensan que el funcionamiento del cerebro a edad temprana hace que el aprendizaje ocurra con mayor facilidad. Por esta razón, se supone que los ambientes enriquecidos, multiplican las sinapsis, conexiones cerebrales, haciendo que un estudiante se torne más inteligente (Jensen, 2000). La evidencia indica que existen periodos sensibles, más no críticos, ya que si bien existe una mínima poda sináptica durante los primeros cinco años de vida, no existe evidencia científica que apoye la idea de que más sinapsis hacen a una persona más inteligente (Jensen, 2000). Cada individuo puede aprender algo de manera más natural en una determinada etapa en su desarrollo, pero si no lo hace, podrá hacerlo en un futuro (Daniel, 2014). Un ejemplo de esto, son los periodos sensibles en cuanto a la adquisición del lenguaje, ya que este mito a generado la creencia de que un idioma debe aprenderse durante la infancia. Sin embargo, la evidencia indica que una persona adulta podrá aprender un nuevo idioma sin ningún obstáculo (Campos, 2014) Esto tiene una implicación en la educación, en relación a la estimulación temprana, ya que según Hall (2005), el cerebro puede ser estimulado de manera positiva en cualquier ambiente normal. Al ser la primera infancia un período sensible para la intervención, es allí en donde se deben identificar deficiencias motoras y sensoriales.

Se ha descubierto que el cerebro humano sigue teniendo cierta plasticidad a lo largo de la vida, ya que la estructura y organización de las neuronas pueden cambiar físicamente dependiendo de nuevas demandas del ambiente. Incluso en la edad adulta, el cerebro sigue adaptándose al entorno y transformándose para sobrevivir, algo que descarta la idea acerca de la pérdida de neuronas en la edad adulta. Se ha descubierto que las neuronas pueden regenerarse a lo largo de la vida del ser humano, ya que el cerebro cuenta con aproximadamente 86 billones de neuronas, de las cuales la mayoría son plásticas. Esto

significa que la neurogénesis también se ha convertido en un mito, ya que se cree que esto sucede solo en recién nacidos, cuando la investigación científica ha descubierto que nuevas neuronas pueden nacer incluso en la vida adulta en algunas regiones del cerebro (Lent, 2014). Uno de los estudios que contribuyó a este descubrimiento consistió en la comparación de diferentes escaneos cerebrales de tipo MRI estructurales realizado a choferes de taxi ingleses y a un grupo de control que no eran choferes. (Maguire et al, 2000, encontrado en Hall, 2005). Este estudio muestra que el hipocampo posterior de los choferes de taxi eran significativamente más grandes que los del grupo de control y que había una correlación entre el volumen del hipocampo con la cantidad de tiempo que un chofer de taxi pasaba haciendo su profesión. Por ese y otros estudios, se concluyó que el hipocampo posterior almacena una representación espacial del ambiente y puede expandirse regionalmente para acomodar la elaboración de esta representación en gente con una alta dependencia de destrezas de navegación. Otro estudio aun más significativo consistió en agrupar personas que no eran músicos y se les pidió que practiquen un set de cinco dedos de ejercicio en el piano por dos horas diaras durante cinco días. Al final de los cinco días la parte cerebral responsable del movimiento de los dedos fue más grande y activa comparada con un grupo de control que no había hecho los ejercicios (Pascual-Leone et al, 1995, encontrado en Hall, 2005).

“Neuro mito” 2: Cerebro izquierdo vs. Cerebro derecho.

Existen creencias sobre la clasificación del ser humano en relación a una predominancia del cerebro derecho o izquierdo. El 70% de educadores alrededor del mundo, y un 91% solamente en el Reino Unido, creen que un estudiante tiene que tener una de estas predominancias cerebrales (Myth-conceptions: how myths about the brain are

hampering teaching, 2014). Esto causa que se encasille a los estudiantes en cuanto a su dominancia cerebral, siendo esta determinante para su manera de pensar y el desarrollo de su personalidad. Incluso, se han escrito libros y programas, los cuales entrenan a profesores a enfocar sus lecciones de acuerdo a la “clasificación cerebral” de sus alumnos y alumnas. Este malentendido, ha tenido importantes implicaciones en el proceso de enseñanza-aprendizaje, ya que se han diseñado metodologías para enseñar de manera distinta a estudiantes con predominancia cerebral izquierda o derecha, diseñando actividades artísticas para “entrenar” el hemisferio derecho y actividades de lógica o matemática para desarrollar el hemisferio izquierdo (OECD, 2014).

Se cree que el lado derecho del cerebro es creativo, y el izquierdo es lógico, cuando en realidad, el cerebro derecho procesa información espacial y trabaja aleatoriamente y de manera integral con el hemisferio izquierdo (OECD, 2014). La creencia en la dominancia hemisférica no tiene ningún fundamento neuro científico, y representa más bien una simplificación exagerada sobre la anatomía del cerebro. Por ejemplo, existe la certidumbre de que el cerebro derecho se relaciona con el desarrollo de la creatividad, pero aun no se han realizado estudios que vinculen actividad cerebral en el hemisferio derecho con la creatividad. De igual manera, no se han encontrado estudios que fundamenten la relación del hemisferio izquierdo con las matemáticas o el pensamiento lógico. Lo que si se ha logrado descubrir, es que subsistemas en ambos hemisferios, se han activado al momento de aprender a leer, decodificar una palabra, o reconocer fonemas, algo que sustenta el argumento de que el hemisferio izquierdo y derecho tienen diferencias anatómicas y funcionales, pero se conectan e interactúan constantemente durante acciones cerebrales (OECD, 2014). Por lo tanto, no se puede clasificar al potencial cognitivo del ser humano en relación a los hemisferios cerebrales.

“Neuro mito” 3: Cerebro femenino vs. Cerebro masculino.

¿Niños y niñas tienen una estructura cerebral diferente? ¿Existen diferencias estructurales entre un cerebro femenino y un masculino que se deban tomar en cuenta al momento de enseñar y aprender? Actualmente, existe la creencia de que se debe enseñar de diferente manera a hombres y mujeres. Incluso se han escrito libros, páginas web, y conferencias para poder lograr enseñar a un cerebro femenino o masculino. Por ejemplo, se cree que el cerebro masculino es superior al cerebro femenino en el área de matemáticas, o que el cerebro masculino en bebés tiende a fijarse más en objetos, y el cerebro femenino en bebés pone más atención a la persona. Estos enunciados son “*neuro mitos*” y no se han realizado estudios que los apoyen (Spelke, 2005). Es crucial comprender, que la neurociencia aun no ha podido identificar diferencias significativas de género en el cerebro, ya que es un proceso sumamente complejo (OECD, 2007). Bellert (2013), expresa que si bien existen diferencias mínimas en la estructura cerebral entre hombres y mujeres, no existe evidencia alguna acerca que exponga que se deba enseñar de distinta manera al género masculino o femenino.

Se ha encontrado que el cerebro femenino y masculino no difiere en habilidades cognitivas, o en cuanto al procesamiento o pensamiento lógico/matemático. También se ha descubierto que ambos géneros aprenden sobre objetos, números, lenguaje y espacio de manera similar (Spelke, 2005). Por lo tanto, la creencia en este “*neuro mito*” nace de paradigmas culturales y sociales, más no de razones biológicas.

“Neuro mito” 4: Porcentaje que una persona usa de su cerebro.

Otro gran mito esta basado en el porcentaje del cerebro que usa una persona. Se dice que los seres humanos solo utilizan el 10% de su cerebro, cuando en realidad, científicos como David Daniel (2014) expresan que los avances de la neurociencia aún no logran determinar el porcentaje total de capacidad de funcionamiento del cerebro. En la actualidad se realizan investigaciones en roedores, que consisten en extirpar partes de su cerebro y así en futuro poder determinar la capacidad total. Además, Jensen (2000), indica que probablemente, el ser humano utiliza la mayor parte de su cerebro diariamente y una expansión en la creatividad o productividad no depende de la cantidad de actividades que se realicen, sino de hacer esas actividades de la mejor manera. Esto tiene una implicación en el aula, ya que aumenta la esperanza o creencia de los profesores en sus estudiantes y en su potencial.

Como ha sido expuesto anteriormente, la creencia en “*neuro mito*” es un aspecto crucial al momento de encontrar aplicaciones de la investigación en neurociencia para las prácticas educativas, tomando en cuenta que en un estudio realizado, el 90% de docentes que participaron en el estudio manifiesta creer en “*neuro mito*” y aplicarlos en sus clases (Gleichgercht, 2014). Estos mitos se aplican en el aula de clases sin tener ningún impacto en el proceso de enseñanza-aprendizaje, por lo que es sumamente necesario aclararlos y eliminar confusiones. Los “*neuro mitos*” presentados fueron escogidos para la revisión de literatura debido a su importancia en temas educativos.

Aportes de la neurociencia a la educación.

A lo largo de esta revisión de literatura, se ha planteado la falta de comunicación entre neurociencia y educación y los mitos que este problema ocasiona. Sin embargo, también existen varios aportes de la neurociencia a la educación que pueden influenciar de manera positiva las prácticas educativas en el aula. A continuación, se detallan algunos de estos aportes.

Aporte 1: El cerebro y la lectura.

Uno de los aportes neurocientíficos más significativos para la educación, son los estudios realizados sobre el cerebro y la lectura. Se ha realizado investigaciones que han descubierto que el cerebro humano está evolutivamente listo para comunicarse de manera oral. Sin embargo, la lectura, no es un aspecto evolutivo, sino de aprendizaje, por lo que el cerebro tiene que “re-cablearse” para aprender a leer, un proceso cerebral de avanzada complejidad (Daniel, 2014). El cerebro humano necesita que el circuito de lenguaje y el reconocimiento de objetos se conecten para aprender a leer. Existen tres fases en el desarrollo de la lectura: la etapa ilustrada, en la cual el niño o niña puede identificar algunas palabras, la etapa fonológica, en la cual el estudiante decodifica grafemas en fonemas, y la etapa ortográfica, en la cual el reconocimiento de las palabras se convierte en un proceso automático (Dehaene, 2009). Esto es relevante para la educación, ya que los docentes deben respetar estas fases y desarrollarlas de la mejor manera en el aula para que los estudiantes aprendan a leer.

La implicación que este descubrimiento tiene en la educación, es justamente crear una oportunidad de reflexión en cuanto a los estándares de lectura en el sistema educativo, ya que es importante tomar en cuenta estos descubrimientos para poder exigir la lectura fluida y con comprensión de los estudiantes en el aula así como programas curriculares que apoyen a este importante proceso de aprendizaje (Daniel, 2014).

Aporte 2: El cerebro no puede hacer asignaciones alternas o “multitasking”.

Si bien los educadores están presionados a cumplir objetivos curriculares constantemente, es importante tomar en cuenta los descubrimientos acerca del cerebro y su capacidad de realizar múltiples actividades de manera simultánea, es decir realizar asignaciones alternas, conocidas en inglés como “multitasking”. Sousa (2011), expresa que el cerebro puede concentrarse solamente en una actividad en un determinado tiempo. Es decir, la palabra “multitasking”, en realidad se llama “asignaciones alternas” ya que lo que sucede en el cerebro es que este cambia su concentración de la primera actividad, a la segunda, para luego regresar a la primera. Esto tiene grandes implicaciones en el aula, ya que el cambio atencional que realiza el cerebro cuando cambia de una actividad a otra, pasa por un proceso de gran esfuerzo, en el que se pierde información presente en la memoria de trabajo sobre la primera actividad. Por esta razón, una persona termina realizando dos tareas de manera mediocre y no una que llegue a cumplir los objetivos establecidos de la mejor manera. En el aula de clases, si bien se necesitan de varias estrategias para mantener la atención y motivación de los estudiantes, no se debe cambiar a una segunda actividad, hasta haber terminado la primera (Sousa, 2011).

Aporte 3: Neuronas espejo.

La neurociencia ha sido capaz de descubrir que existen neuronas espejo en el cerebro. En 1990, Giacomo Rizzolati y su equipo, descubrieron estas neuronas y su función en monos. Estos habían colocado electrodos en cerebros de monos, para poder estudiar el funcionamiento de su cerebro en cuanto a actividades motoras. Sin embargo, al momento en el que uno de los científicos trató de alcanzar su almuerzo, se notó que las neuronas en la corteza pre motora se activaron. Éste área se había encendido previamente cuando los animales movían de manera similar sus manos. Este fue un descubrimiento crucial, ya que el animal no se movía de su lugar y miraba ligeramente al investigador (Mirror Neurons, 2008).

Estas son neuronas que además de encenderse al momento de realizar alguna acción, imitan el movimiento de otra persona mediante la observación. Kudirka (s.f), explica que las neuronas espejo son responsables de la imitación, empatía, y el desarrollo del lenguaje en los seres humanos. Están conectados con la corteza auditiva y visual, por lo tanto, transmiten una conducta observada a una conducta experiencial. Geake (2009, encontrado en Bellert, 2013), expresa que un conocimiento más profundo en este tema, puede informar a la educación y brindar una comprensión más significativa en cuanto al aprendizaje por imitación, juego imaginativo, aprendizaje social, y el rol de la demostración en la enseñanza. Este último aspecto, es crucial al momento de impartir instrucciones, ya que el docente puede evitar repetir las mismas de manera oral y los

estudiantes podrían transmitir lo observado a destrezas adquiridas (Kudirka, s.f). En fin, este aporte de la neurociencia a la educación revela la importancia de aplicar metodologías en el aula basadas en la investigación científica.

Aporte 4: Las emociones y el aprendizaje.

Immordino-Yang & Faeth (2009), exponen que una de las contribuciones más importantes de la neurociencia a la educación es el rol de la emoción en el aprendizaje. Por ejemplo, se ha descubierto que las reacciones emocionales pueden influenciar la toma de decisiones en un futuro. Es decir, el aprendizaje sin una guía de intuición emocional es obsoleto. Si algunos estudiantes en el aula no se sienten conectados a los contenidos que deben aprender, estos contenidos no tendrán significado o relevancia emocional alguna. De esta manera, estos estudiantes no podrán utilizar la información aprendida cuando tengan que solucionar un problema. Existen algunas estrategias que pueden ser utilizadas por los docentes para llegar a crear una conexión entre cognición y emoción en sus estudiantes. Por ejemplo, estos pueden diseñar lecciones en las que el contenido esté estrechamente relacionado con las emociones, empezando por el tema que se va a aprender. También pueden crear conexiones entre el currículo y los intereses de los estudiantes y proponer preguntas abiertas (Immordino-Yang & Faeth, (2009). Davidson (2014) expone que el aprendizaje emocional y social cambia el cerebro, especialmente ya que el ambiente puede influenciar el cerebro. Los educadores deben promover cambios positivos en el cerebro de sus alumnos. El lóbulo orbital frontal es crucial al momento de hacer juicios emocionales sobre cierta información. El lóbulo dorso lateral frontal es crucial al momento de tomar decisiones mediante emociones positivas. Esto es importante ya que si un estudiante tiene

una meta positiva que cumplir, y dirige sus conductas hacia esa meta, entonces esta parte del cerebro es indispensable. Además, la amígdala, otra estructura cerebral crucial en relación a las emociones, detecta emociones negativas como amenazas. Esto tiene un impacto en las prácticas educativas, ya que se debe evaluar la efectividad de los métodos conductistas en el manejo de clase.

A pesar de la existencia de “*neuro mitos*” en las prácticas educativas, cabe recalcar que también constan grandes aportes que pueden influenciar las mismas. Los aportes expuestos anteriormente se han escogido debido a que se han realizado investigaciones en neurociencia basados en las emociones, el desarrollo del lenguaje, la plasticidad cerebral, los períodos sensibles, y las asignaciones alternas, las mismas que han contribuido de sobremanera a la comprensión sobre el funcionamiento del cerebro y su relación con el proceso de enseñanza-aprendizaje.

CONCLUSIONES

La comunicación entre neurociencia y educación, la aclaración de mitos que existen alrededor del cerebro y el aprendizaje y los aportes de la investigación científica, son conceptos fundamentales al momento de analizar el impacto de la neurociencia en las prácticas educativas dentro del aula. Existen diferentes enfoques en cuanto al verdadero impacto que puede tener la neurociencia en la educación. Por un lado, autores como Usha Goswami (2006) exponen que la neurociencia debe guiar las prácticas educativas en el aula, ya que existe el sustento científico en las investigaciones sobre el cerebro y el aprendizaje. Sin embargo, también existe la perspectiva opuesta, como la de Daniel Ansari (2006) que exponen que la neurociencia y la educación son ciencias totalmente diferentes, y mientras los profesores no se entrenen en neurociencia, esta no podrá tener un impacto real en las prácticas educativas. En respuesta a este argumento, Dubinsky (2010) plantea que se debe enseñar neurociencia en los programas de educación para profesores en el período universitario.

Uno de los ejes principales expuestos en la revisión de literatura, es la importancia del entrenamiento de los profesores para poder llegar a un trabajo cooperativo entre ciencias. Esto es posible ya que la literatura indica que los docentes están interesados en aprender sobre neurociencia, y creen que es necesario para poder enseñar mejor. Sin embargo, no solo depende de los educadores, sino también de los neurocientíficos, ya que deben brindar cursos sobre temas de su área tomando en cuenta las necesidades de una nueva audiencia, los educadores. Si se toma en cuenta las mejores prácticas en el ámbito de

la educación, estos cursos deberían ser significativos e interactivos, con un lenguaje claro y amigable que pueda llegar a profesores y profesoras. Es por eso, que actualmente existen algunas organizaciones que tienen como objetivo fomentar la difusión de los descubrimientos de la neurociencia y su aplicación a la práctica educativa. Entre ella cabe mencionar a algunas, entre ellas, BrainU, un instituto privado que se enfoca en transmitir descubrimientos neuro científicos a profesores y profesoras y también brinda estrategias para enseñar neurociencia en la universidad, escuela y colegio; The Dana Foundation y el programa de Maestría sobre Mente, Cerebro y Educación en la Universidad de Harvard. Por otro lado, la Universidad de Flinders en Adelaida, Australia, tiene un programa de maestría en Neurociencia Educativa, basada en conceptos básicos pero relevantes para la carrera profesional se basa en los principios de la neurociencia, para que los estudiantes puedan comprender de manera crítica la literatura y su aplicación en el aula. En el Reino Unido se encuentra la iniciativa denominada “Advanced Skills Teachers”, una agrupación de profesores de muy alto nivel, quienes han podido tener un diálogo con científicos acerca de diferentes temas en el ámbito de la neurociencia. Estos educadores y educadoras escogen los temas más relevantes en su área y luego tienen seminarios y conferencias impartidos por expertos en neurociencia. (Devonshire & Dommet, 2010). En fin, esto es relevante, ya que se puede notar como en diferentes países se está tomando responsabilidad y acciones pertinentes para lograr una conexión entre los descubrimientos de la neurociencia y su implicación en el aula.

Autores conocidos por su trayectoria profesional tanto en neurociencia como en educación, entre ellos Sousa (2011), exponen los descubrimientos de la neurociencia y su implicación directa en la práctica educativa, como en el caso del “multitasking”, los períodos sensibles, plasticidad, y el rol de la emoción en el proceso de aprendizaje. En la

actualidad ya se cuenta con aportes de la neurociencia para la educación, pero aún existe una necesidad de entrenar a los maestros en este tema, para que puedan comprender, reflexionar, aportar y desarrollen su capacidad de ser escépticos al momento de aplicar la neurociencia en el aula. Indudablemente, si existen aportes importantes, pero no hay que desestimar la propagación de los “neuro mitos” que se han proliferado en el ámbito educativo y han obstaculizado las verdaderas aplicaciones de la neurociencia a la educación. Lo crucial en cuanto a este tema no reside únicamente en la identificación y aclaración de los mismos, sino en que los docentes puedan reconocer que su aplicación no tiene ningún efecto real en el proceso de enseñanza aprendizaje, y el tiempo de los docentes puede ser utilizado de maneras más efectivas.

Si bien la neurociencia puede llegar a tener importantes implicaciones en las prácticas educativas, es importante notar que no se debe limitar la educación solamente a las investigaciones que se realizan acerca del cerebro. Es decir, actualmente, la neurociencia no es un programa, modelo o paquete que los colegios deben seguir, pero los actores de la educación tampoco deben ignorar lo que sí se sabe acerca del cerebro, sino tomar los descubrimientos como directrices, especialmente en cuanto al desarrollo profesional que los docentes deben tener dentro y fuera de una institución educativa (Jensen, 200).

Respuesta a la pregunta de investigación

La pregunta de investigación en la presente revisión de literatura es la siguiente: ¿Cuál es el rol de la comunicación entre neurociencia y educación en la difusión efectiva de los descubrimientos de neurociencia que pueden aportar a las prácticas educativas en el aula?

La comunicación entre neurociencia y educación es fundamental, pues la comprensión de los descubrimientos de la neurociencia influye de manera determinante sobre la calidad y la eficiencia de las prácticas educativas. Si los docentes son capaces de comprender investigaciones científicas y trabajar conjuntamente con expertos en neurociencia, el impacto de los descubrimientos científicos en el aula puede ser positivo. Es de vital importancia que durante el proceso de formación de docentes, se incluyan estrategias para que los futuros educadores puedan interpretar los resultados de la neurociencia y aportar con interpretaciones que favorezcan la práctica educativa basada en evidencias científicas (Ansari, 2006 Goswami, 2006). Se debe fomentar una comunicación efectiva y de doble vía entre neurociencia y educación, entonces los docentes podrían aplicar los aportes de la neurociencia en educación, y al mismo tiempo, tendrían una mayor capacidad de discriminación para identificar artículos, cursos, y programas que no cuenten con sustento científico. De igual manera, programas, instituciones, cursos y talleres que se dediquen a la difusión de información con sustento científico relevante sobre el cerebro para el ámbito educativo son sumamente necesarias, ya que representan un puente entre la neurociencia y la educación. La literatura indica que tanto los profesores y profesoras, como los científicos están realmente interesados en trabajar conjuntamente, pero no cuentan con las herramientas necesarias u organizaciones que actúen como mediadoras.

Resumen del estado actual de la investigación acerca del tema

En el ámbito de la neurociencia, se sigue realizando investigaciones acerca del cerebro, pero todavía no se ha llegado a descubrir aportes significativos para el aula. Autores como Sousa (2011), Fischer, Daniel, Immordino-Yang, Stern, Battro & Koizumi, (2007) Devonshire y Dommet (2010), Bruer (1997), Goswami (2006), entre otros, se han

dedicado a analizar el problema de comunicación que existe entre las ciencias, y también a aclarar diferentes mitos debido a la falta de entrenamiento de los maestros. Es decir, si bien existen autores que apoyan la idea de que la neurociencia, puede, en efecto trabajar de manera cooperativa con la educación, todavía hay autores y científicos que se muestran escépticos debido a la falta de conocimiento por parte de los docentes en cuanto a la comprensión del lenguaje utilizado en las investigaciones científicas. Se han realizado encuestas e investigaciones para analizar la perspectiva tanto de los profesores y profesoras como la de los científicos y se ha llegado a un consenso en el que se necesita que ambas ciencias trabajen de manera conjunta para que exista un verdadero impacto en la educación (Devonshire & Dommet, 2010). Solamente de esta manera, se logrará la eliminación de “*neuro mito*” en las prácticas educativas. Es decir, la educación debe guiar las investigaciones, y la neurociencia debe tomar al aula como un lugar de investigación en tiempo real, para así poder llegar a conclusiones más significativas. También se han creado organizaciones que intentan construir un puente entre las ciencias, brindando información a los maestros y entrenándolos en cuanto a metodologías de investigación, descubrimientos, y verdaderos aportes de la ciencia en el aula.

Relevancia de este estudio

La mayor relevancia de este estudio para comprender el problema de comunicación que existe entre neurociencia y educación, es la preparación de los docentes en este tema. Se dice esto, ya que hoy en día, poco se puede hacer en cuanto a la proliferación de información falsa y sin sustento científico sobre el cerebro, pero sí se puede entrenar a los profesores y profesoras para que logren diferenciar entre información real y ficticia, y así, tomar los aportes verdaderos de la neurociencia a la educación, y aplicarlos en sus clases.

Es relevante destacar los aportes de artículos especializados como: “Bridges over troubled waters: Education and cognitive neuroscience” (Ansari, 2006), “Education and the brain: a bridge too far” (Bruer, 1997) y “Neuroscience and education: from research to practice?” (Goswami, 2006), que indican que si bien los docentes están interesados por aprender sobre neurociencia y su conexión con la educación, estos no están preparados, y si bien tienen la mejor de las disposiciones para trabajar, aplican “neuro mitos” en sus aulas debido a la falta de conocimiento sobre el tema y la brecha que existe en cuanto al lenguaje utilizado. Por esta razón, los científicos podrían considerar el escribir artículos y materia de referencia más simple y amigable para una audiencia más amplia que puede beneficiarse de los resultados de sus descubrimientos, entre ellos los ávidos educadores deseosos de aprender más acerca de cómo aprendemos y cómo usamos y retenemos lo que hemos aprendido. Es trascendental también que no solo exista comunicación entre científicos y educadores por medios escritos, sino que expertos en neurociencia deberían observar tanto a profesores y profesoras como a sus estudiantes en un ambiente real, el aula de clases, para conocer de primera mano la práctica educativa y lo que hacen los maestros para activar el cerebro en clases. Se sugiere también que si bien se puede comenzar con programas universitarios para entrenar a profesores en neurociencia, se necesita que las instituciones educativas también se involucren y tengan programas de desarrollo profesional enfocado en neurociencia, para poder llegar no solo a docentes que estén estudiando y próximos a ejercer su carrera, sino también a aquellos que se encuentran actualmente en el aula y necesitan saber lo que está sucediendo en su campo profesional. Por esta razón, existen organizaciones como The Dana Foundation, Cerebrum y BrainU cuyo objetivo es encontrar la manera de utilizar investigaciones científicas para informar a los docentes sobre sus prácticas en el aula, y viceversa.

Limitaciones en el proceso de revisión de literatura

Sin lugar a dudas, este trabajo de investigaciones tiene algunas limitaciones. Una de ellas, es que se enfoca principalmente en la percepción de autores extranjeros, y en las acciones que se han tomado en países como Estados Unidos, Inglaterra, Australia, entre otros. Es decir, la falta de investigación sobre este tema en Ecuador es una limitación ya que la revisión de literatura no está contextualizada al lugar donde se lleva a cabo la indagación teórica. Otra de las limitaciones es la falta de información sobre este tema en el país, ya que las organizaciones que están tomando acciones para comunicar de manera efectiva los descubrimientos de la neurociencia, no se encuentran en Ecuador. Hay una limitación en la información obtenida, ya que todavía no se encuentra una gran variedad de estudios o artículos que informen de sobremano al docente sobre técnicas, metodologías, o estrategias específicas basadas en neurociencia para aplicar en el aula.

Propuesta para posibles estudios acerca del tema

La revisión de literatura sugiere al menos dos posibles estudios acerca de la relación entre neurociencia y educación. Uno de ellos podría ser investigar acerca de la aplicación de “*neuro mitos*” en el aula en instituciones educativas privadas en la ciudad de Quito. La finalidad del estudio podría ser descubrir cuánto saben los profesores que pertenecen al ámbito educativo privado acerca del cerebro y las implicaciones de los descubrimientos en neurociencia para la educación en Ecuador, ya que estos son quienes suelen tener mayor acceso a fuentes de consulta y tendencias actualizadas en la práctica

educativa. De esta manera, se podría evaluar qué tan preparados se encuentran los docentes que trabajan en instituciones privadas en Quito para aplicar los descubrimientos de la neurociencia en el aula.

Otro posible estudio se puede realizar acerca de lo que saben los maestros acerca del cerebro y su funcionamiento para establecer una línea base para determinar qué tipo de intervenciones se puede sugerir fomentar en base a los conocimientos del docente y su actitud frente a los descubrimientos de la neurociencia. Es decir, realizar una evaluación docente en cuanto a conocimientos sobre neurociencia, para poder identificar necesidades e intereses. A partir de esto, se podría diseñar un programa de intervención para docentes, que les permita comprender el impacto de las investigaciones científicas en el proceso de enseñanza—aprendizaje.

REFERENCIAS

- Ansari, D. & Coch, D. (2006). Bridges over troubled waters: Education and cognitive neuroscience. *Trends in Cognitive Sciences*, 10(4), 146-151.
- Aranda, G. (2013). Translating Across Methodologies: Neuroscience and Education. *Contemporary Approaches to Research in Mathematics, Science, Health and Environmental Education*. Recuperado el 7 de septiembre del 2014 de: <http://www.deakin.edu.au/arts-ed/efi/Aranda%20Translating%20across%20neuroscience%20and%20education.pdf>
- Atherton, M. (2005). *Applying the neuroscience to educational research: can cognitive neuroscience bridge the gap?* Recuperado el 25 de octubre del 2014 de: <http://www.tc.umn.edu/~athe0007/papers/EducationandNeuroscience.pdf>
- Bellert, A. (2013). Neuromyths and neurofacts: information from cognitive neuroscience for classroom and learning support teachers. *Australian Association of Special Education National Conference*. Recuperado el 7 de noviembre del 2014 de: <http://passthrough.fw-notify.net/download/528561/http://www.gemsevents.com.au/aase2013/Resources/PPT/Anne%20Bellert.pdf>
- Bruer, J. (1997). Education and the brain: a bridge too far. *American Educational Research Association*. 26 (8), 4-16. Recuperado el 6 de septiembre del 2014 de: EBSCO <http://www.jstor.org/stable/1176301>
- Bruno della Chiesa. (2014). *Harvard school of education*. Recuperado el 1 de diciembre del 2014 de: <http://www.gse.harvard.edu/faculty/bruno-della-chiesa>
- Byrne, J. (2014). Synaptic plasticity. *UT Medical School at Houston*. Recuperado el 4 de noviembre del 2014 de: <http://neuroscience.uth.tmc.edu/s1/chapter07.html>
- Education. Cambridge Dictionaries Online. (2014). Cambridge Dictionaries Online. Recuperado el 2 de octubre del 2014 de: <http://dictionary.cambridge.org/dictionary/british/education>
- Campos, A.L. (2014). *Palabras de apertura del III Congreso Mundial de Neuro educación*. Tercer Congreso Mundial de Neuro educación. Lima, Perú: Cerebrum. Recuperado de: <http://cerebrum.la/congresomundial/>
- Daniel, D. (2014). *Mente, cerebro y educación: ¿a dónde vamos desde aquí?* Tercer Congreso Mundial de Neuro educación. Lima, Perú: Cerebrum. Recuperado de: <http://cerebrum.la/congresomundial/>
- Dehaene, S. (2009). *Reading in the brain*. Recuperado el 9 de noviembre del 2014 de: <http://readinginthebrain.pagesperso-orange.fr/figures.htm>

- 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), 1-6. Doi:10.3389/fpsyg.2012.00429
- Della Chiesa, B. (2014). *Cuestiones éticas en mente, cerebro y educación ¿Cómo respetar el derecho que tienen los niños y niñas a participar en su propio desarrollo?* Tercer Congreso Mundial de Neuro educación. Lima, Perú: Cerebrum. Recuperado de: <http://cerebrum.la/congresomundial/>
- Devonshire, I. & Dommet, E. (2010). Neuroscience: viable applications in education? *Neuroscience and society*. 16 (4), 349-356. Doi:10.1177/1073858410370900
- Dubinsky, J. (2010). Neuroscience Education for Prekindergarten–12 Teachers. *The Journal of Neuroscience*. 30 (24), 8057-8060. Recuperado el 6 de septiembre del 2014 de: <http://www.jneurosci.org/content/30/24/8057.full>
- Ferrari, M. & McBride, H. (Otoño, 2011). Mind, brain, and education: the birth of a new science. En Butler-Kisber, L. (Ed.) *Learning Landscapes*. 5 (1).p.85-100. Recuperado el 7 de septiembre del 2014 de: <http://www.learninglandscapes.ca/images/documents/ll-no9-final-1r-1.pdf#page=115>
- Fischer, K., Daniel, D., Immordino-Yang, M.H., Stern, E., Battro, A. & Koizumi, H. (2007). Why mind, brain, and education? Why now? *Mind, Brain, and Education*. Recuperado el 7 de septiembre del 2014 de: <http://prea2k30.scicog.fr/ressources/accesfichier/15.pdf>
- Forstmann, B., Wagenmakers, E., Eichele, T., Brown, S. & Serences, J. (2011). Reciprocal relations between cognitive neuroscience and formal cognitive models: opposites attract? *Trends in Cognitive Sciences*. 15 (6). Recuperado el 4 de octubre del 2014 de: <http://serenceslab.ucsd.edu/Files/Publications/Forstmann2011.pdf>
- Gardner, H. & Blake P. (2007). A first course in mind, brain, and education. *Mind, Brain and Education*. Doi: /10.1111/j.1751-228X.2007.00007.x
- Gleichgerricht, E. (2014). ¿Qué es y cómo desarrollar la cognición social en el contexto educativo? Tercer Congreso Mundial de Neuroeducación. Lima, Perú: Cerebrum. Recuperado de: <http://cerebrum.la/congresomundial/>
- Goswami, U. (2006). Neuroscience and education: from research to practice? *Nature reviews neuroscience*. doi:10.1038/nrn1907
- Hall, J. (2005) Neuroscience and Education A review of the contribution of brain science to teaching and learning. *The Scottish Council for Research in Education*. Recuperado el 7 de septiembre del 2014 de: <https://dspace.gla.ac.uk/bitstream/1905/623/1/121%5B1%5D.pdf>
- Hendel-Giller, R., Hollenbach, C., Marshall, D., Oughton, K., Pickthorn, T., Schilling, M. & Versiglia, G. (2010). The Neuroscience of Learning: A New Paradigm for Corporate Education. *The Maritz Institute White Paper*. Recuperado el 17 de octubre

del 2014 de: <http://www.themaritzinstitute.com/~media/Files/MaritzInstitute/White-Papers/The-Neuroscience-of-Learning-The-Maritz-Institute.pdf>

Howard-Jones, P., Franey, L. Mashmoushi, R. & Liao, Y.C. (2009). The neuroscience literacy of trainee teachers. *Educational research association*. Recuperado el 23 de octubre del 2014 de:
[http://www.lscp.net/persons/dupoux/teaching/JOURNEE_AUTOMNE_CogMaster_2010-11/readings_neuromyths/Howard-Jones_et_al_\(2009\).Neuroscience_literacy.pdf](http://www.lscp.net/persons/dupoux/teaching/JOURNEE_AUTOMNE_CogMaster_2010-11/readings_neuromyths/Howard-Jones_et_al_(2009).Neuroscience_literacy.pdf)

Welcome to the International Mind, Brain and Education Society (IMBES). (2014). *IMBES*. Recuperado el 17 de octubre del 2014 de:
<http://onlinelibrary.wiley.com/journal/10.1111/%28ISSN%291751-228X>

Immordino-Yang, M.H. & Faeth, M. (2009). *Building smart students: a neuroscience perspective on the role of emotion and skilled intuition in learning*. Solution tree: Recuperado el 29 de septiembre del 2014 de http://projects.ict.usc.edu/itw/materials/Chap_4_Immordino-Yang_and_Faeth_Emotion.pdf

Immordino-Yang, M.H. & Damasio, A. (2011) We Feel, Therefore We Learn: The Relevance of Affective and Social Neuroscience to Education. *In Mind, Brain and Education: Implications for Educators. Learning Landscapes*. 5 (1), 115-129 Recuperado el 31 de septiembre del 2014 de: <http://www.learninglandscapes.ca/images/documents/ll-no9-final-lr-1.pdf#page=115>

Kudirka, M. (s.f). *Mirror neurons*. Recuperado el 9 de noviembre del 2014 de:
<http://www.michaelkudirka.com/papers/files/mirror-neurons.pdf>

Lent, R. (2014). *The changing brain and the various forms of neuroplasticity*. Tercer Congreso Mundial de Neuroeducación. Lima, Perú: Cerebrum. Recuperado de:
<http://cerebrum.la/congresomundial/>

Mind, brain, and education. (2014). *Harvard School of Education*. Recuperado el 6 de septiembre del 2014 de: <http://www.gse.harvard.edu/masters/mbe>

Mirror neurons. (2008). *Brainfacts.org*. Recuperado el 7 de noviembre del 2014 de:
<http://www.brainfacts.org/brain-basics/neuroanatomy/articles/2008/mirror-neurons/>

Myth-conceptions: how myths about the brain are hampering teaching. University of Bristol. Recuperado el 7 de noviembre del 2014 de:
<http://www.bris.ac.uk/news/2014/october/brain-myths.html>

Rimmele, U.(2014). *Neuromyths*. OECD Recuperado el 2 de octubre del 2014 de:
<http://www.oecd.org/edu/ceri/neuromyths.htm>

OECD (2007), Understanding the Brain: The Birth of a Learning Science. *OECD Publishing*. doi: 10.1787/9789264029132-en

- OECD (2014). *Centre for Educational Research and Innovation (CERI) - Brain and Learning*. Recuperado el 23 de octubre del 2014 de: <http://www.oecd.org/edu/ceri/centreforeducationalresearchandinnovationceri-brainandlearning.htm>
- Purdy, N. & Morrison, H. (2009). Cognitive Neuroscience and Education: Unraveling the Confusion, *Oxford Review of Education*, 35 (1), 99–109.
- Roediger, H. (2013). Applying Cognitive Psychology to Education: Translational Educational Science. *Association for Psychological Science in the Public Interest*. 14(1), 1-3. Recuperado el 6 de septiembre del 2014 de: [http://psych.wustl.edu/memory/Roddy%20article%20PDF's/Roediger%20\(2013\)_APS.pdf](http://psych.wustl.edu/memory/Roddy%20article%20PDF's/Roediger%20(2013)_APS.pdf)
- Shuell, T. (2013). Theories of learning. *Education.com*. Recuperado el 17 de octubre del 2014 de: <http://www.education.com/reference/article/theories-of-learning/>
- Society for Neuroscience. (2014). *About neuroscience*. Recuperado el 2 de octubre del 2014 de: <http://www.sfn.org/about/about-neuroscience>
- Sousa, D. (2011). Mind, Brain, and Education: The Impact of Educational Neuroscience on the Science of Teaching. *Learning landscapes*. 5 (1). 37-42. Recuperado el 2 de octubre del 2014 de: <http://passthrough.fw-notify.net/download/050397/http://www.learninglandscapes.ca/images/documents/11-no9-final-lr-2.pdf>
- Sparks, S. (2012). Teachers need lessons in neuroscience experts say. *Education week*. Recuperado el 5 de octubre del 2014 de: www.edweek.org
- Spelke, E. (2005). Sex differences in intrinsic aptitude for mathematics and science? *American psychologist*. 60 (9), 950-958. Recuperado el 9 de noviembre del 2014 de: <http://www.wjh.harvard.edu/~lds/pdfs/spelke2005.pdf>
- Stufflebeam, R. (2008). Neurons, synapses, action potentials, and neurotransmission. *Consortium on Cognitive Science Instruction*. Recuperado el 7 de noviembre del 2014 de: http://www.mind.ilstu.edu/curriculum/neurons_intro/neurons_intro.php
- Sylvan, L. & Christodoulou, J. (2010). Understanding the role of neuroscience in brain based products: a guide for educators and consumers. *Mind, Brain and Education*. (4) 1, 1-7. doi:10.1111/j.1751-228X.2009.01077.x
- The Dana Foundation. (2014). *About Dana*. Recuperado el 2 de octubre del 2014 de: <http://www.dana.org/About/>
- The White House. (2014). *Fact sheet: the BRAIN initiative*. Recuperado el 23 de octubre del 2014 de: <http://www.whitehouse.gov/the-press-office/2013/04/02/fact-sheet-brain-initiative>
- Tokuhama-Espinosa, T. (2011). Why Mind, Brain, and Education Science is the "New" Brain-Based Education. *New Horizons*. Recuperado el 6 de septiembre del 2014 de: <http://education.jhu.edu/PD/newhorizons/Journals/Winter2011/Tokuhama1>

- Willingham, D. (2008). When and how neuroscience applies to education. *Phi Delta Kappan.*, 89 (6), 421-423. Recuperado el 29 de septiembre del 2014 de:
<http://web.a.ebscohost.com/ehost/pdfviewer/pdfviewer?sid=ef3d42c4-0c0f-41e0-b1a9-ddcb9f107c09%40sessionmgr4001&vid=9&hid=4212>
- Zambo, D. & Zambo, R. (2011). Teachers' beliefs about neuroscience and education. *Teaching educational psychology.* 7 (2). Recuperado el 29 de septiembre del 2014 de:
<http://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ955550.pdf>