

La neurociencia cognitiva en la formación inicial de docentes investigadores educativos¹

The Cognitive Neuroscience in the Initial Training of Teachers Educational Researchers

Esperanza Lozoya Meza² ORCID: 0000-0002-0265-7271

Susana Amaya Gutiérrez³ ORCID: 0000-0001-7620-1579

Rebeca Lozoya Ocegueda⁴ ORCID: 0000-0003-0179-4378

Recibido: 18/10/2018 • Aprobado: 21/12/18

Resumen

La neurociencia estudia de manera interdisciplinaria el cerebro y ha augurado un cambio de paradigma en el campo educativo. Es así que la neuroeducación, al permitir que el maestro entienda las particularidades del sistema nervioso y del cerebro y, a la vez, relacione este conocimiento con el comportamiento de sus alumnos, su propuesta de aprendizaje, su actitud y el ambiente del aula, puede ser el paso inicial en la formación y capacitación docente que marcará la diferencia en la calidad de la educación (Campos, 2010). El objetivo de este trabajo es desarrollar un acercamiento al estudio del estado del arte de la neurociencia cognitiva enfocada a la neuroeducación y vinculada a la formación inicial de docentes-investigadores. La metodología que se siguió fue deductiva e incluye la lectura y análisis de documentos que posibilitan la construcción de un lenguaje común, con relación a los temas y conceptos vinculados con el objeto de estudio.

Palabras clave: neurociencia; neurociencia cognitiva; neuroeducación; formación de docentes investigadores educativos.

Abstract

Neuroscience studies the brain interdisciplinarily and has predicted a paradigm shift in the educational field. Thus, neuroeducation, by allowing the teacher to understand the particularities of the nervous system and the brain and, at the same time, relates this knowledge with the behavior of their students, their learning proposal, their attitude, the classroom environment, may be the initial step in teacher education and training that will make a difference in the quality of education (Campos, 2010). The objective of this work is to develop an approach to the study of the state of the art of cognitive neuroscience focused on neuroeducation and linked to the initial training of teachers-researchers. The methodology that was followed was deductive and includes the reading and analysis of documents that make possible the construction of a common language in relation to the themes and concepts related to the object of study.

Keywords: neuroscience; cognitive neuroscience; neuroeducation; teacher training educational researchers.

1. Este artículo se inscribe en el marco del proyecto de investigación SIP-20171484 del Instituto Politécnico Nacional, México.

2. Instituto Politécnico Nacional. elozoyam@ipn.mx

3. Centro de Bachillerato Tecnológico Atizapán de Zaragoza, Instituto Politécnico Nacional, Universidad Abierta y a Distancia, susana.amaya952@aulamexiquense.mx

4. Universidad Vizcaya de las Américas, rebeca3912@gmail.com

Introducción

El campo de las neurociencias, entendidas como el estudio del sistema nervioso central y periférico encargado del funcionamiento neuronal y el comportamiento de las personas (Rocha-Miranda, 2001); comprende un amplio espectro de disciplinas como antropología, sociología, educación, psicología, etc., las cuales, aportan amplia información y conocimiento al estudio de la conducta.

A partir del conocimiento del funcionamiento del cerebro, se han podido explicar fenómenos biológicos y cognitivos subyacentes al comportamiento humano. Es por esto que actualmente es prioritario que tanto los estudiantes como los profesores y profesionales del comportamiento tengan el conocimiento sobre las bases cerebrales que rigen la conducta humana.

La neurociencia cognitiva es la convergencia de dos disciplinas, la neurociencia y la psicología cognitiva, que han aportado información sobre las bases materiales de los procesos cognitivos y emocionales de la conducta humana. Otras disciplinas que aportan conocimientos en este sentido son la psicofisiología, que es una rama de la psicología relacionada con las bases fisiológicas a través del estudio de la actividad eléctrica relacionada a tareas cognitivas (ahora llamada neurociencia cognitiva), así como también la neuropsiquiatría, neurología, neuropsicología, neuroimagen y genética, entre otros.

De esta manera, los diferentes dominios cognitivos, objeto de estudio de las neurociencias son: atención, memoria, lenguaje, funciones ejecutivas, cognición social y procesamiento emocional, los cuales deben estar en un adecuado nivel de desarrollo para que el aprendizaje se logre. Cada uno de estos dominios tiene distintos niveles e involucran estructuras cerebrales en colaboración y dinamismo.

Se puede decir que, volver los ojos a nuestro funcionamiento bio-físico-químico, no significa separarse de la parte mental-emocional y social-cultural, pues somos seres complejos e integrales, de esta manera, los aportes de la neurociencia requieren de la creación de nuevos cursos dentro de los planes de formación de docentes-investigadores educativos, para incorporar el espacio biológico en la comprensión de la formación y el aprendizaje de manera transversal.

Lo más importante para un educador, señala Campos (2010) es entender la neurociencia como una forma de conocer de manera más amplia al cerebro; cómo es, cómo aprende, cómo procesa, registra, conserva y evoca una información, entre otras cosas, para que a partir de este conocimiento pueda mejorar las propuestas y experiencias de aprendizaje que se dan en el aula.

Por lo tanto, la neuroeducación pone de manifiesto la necesidad que tiene el docente de conocer los mecanismos que se incorporan a este campo, los tipos de atención, la memoria, sus tipos, componentes y forma de fortalecimiento y el papel fundamental de los instintos y de las emociones. La idea clave es la estrecha relación que guarda la neurociencia con la educación, para orientar los conocimientos neurológicos-cognitivos y aplicarlos hacia los procesos de formación inicial de docentes investigadores educativos.

Se podría decir que un docente-investigador educativo requiere no sólo el conocimiento del contexto y de su disciplina, sino también necesita de la comprensión epistemológica, y sobre ésta, el entendimiento de los procesos biológicos por los cuales el individuo transita para construir los conocimientos, es decir, el docente también necesita saber de las neurociencias. Con este propósito es que se construyó este primer acercamiento al objeto de estudio.

Es una investigación documental y el método que se siguió fue el deductivo, que va de lo general

a lo particular. Para ello fue necesario desarrollar una búsqueda, selección, organización, lectura y análisis de materiales como fueron libros, artículos en revistas especializadas y páginas web que posibilitaron la construcción de un lenguaje común en relación con los temas y conceptos vinculados con el campo.

Conceptualización biológica de la neurociencia

La neurociencia tiene como finalidad explicar la conducta con base en los procesos y actividades del encéfalo, y cómo las células del sistema nervioso (neuronas) actúan y son influidas por el medio ambiente para producir una conducta. Está en estrecha relación con la anatomía, la fisiología, la embriología, la biología molecular, la genética, la farmacología y la psicología.

Uno de los sistemas relevantes de mencionar es el sistema nervioso, este contiene una compleja red de células nerviosas que se ramifica hacia todo el organismo. En cuanto a sus principales componentes, la unidad básica de este sistema son las neuronas, las cuales son células especializadas que permiten la interconexión entre los diferentes órganos y sistemas.

Mediante la comunicación neuronal o sinapsis, la información va de una célula a otra a través de los neurotransmisores, los cuales activan los receptores en la neurona receptora para transmitir mensajes a través de un sistema de sensores, los cuales, registran las variaciones ambientales, tanto externas como internas al cuerpo y las transforman en estímulos nerviosos. De esta manera, permite que el organismo pueda interactuar con su medio ambiente y lograr adquirir percepción de sí mismo.

Además, cuenta con una red de nervios que se extiende por todo el cuerpo humano. Esta red

relaciona los sensores con los órganos corporales que elaboran los estímulos y producen órdenes nerviosas.

Por otra parte, los nervios son haces de células nerviosas que transmiten impulsos nerviosos para garantizar la comunicación entre las distintas partes del cuerpo y se dividen en; nervios aferentes o sensitivos (que transportan al sistema nervioso central los mensajes recogidos por los receptores sensitivos) y nervios eferentes o motores (que transportan los impulsos nerviosos del sistema nervioso central hacia los órganos del cuerpo). El sistema nervioso se divide en dos partes; sistema nervioso central y sistema nervioso periférico.

Esto se considera que es importante comprenderlo ya que el sistema nervioso central comprende órganos que procesan, memorizan y generan una respuesta a los estímulos que llegan a través de la red nerviosa según la necesidad. Este sistema está constituido por el encéfalo y la médula espinal. A su vez, el encéfalo se divide en: el cerebro, el cerebelo y el tronco encefálico.

Asimismo, el sistema nervioso periférico es muy importante, porque es el mediador entre el sistema nervioso central y el medio ambiente además de mantener la homeostasis corporal regulando actividades fisiológicas. Está constituido por ganglios, los cuales están conectados al sistema nervioso central y elaboran estímulos nerviosos involuntarios. Se divide en sistema nervioso autónomo y sistema nervioso somático.

Como se puede observar este gran paso que ha dado la neurociencia ha sido el de tener una visión más completa acerca del desarrollo y funciones del cerebro, se considera que debe ser un trabajo interdisciplinario (multidisciplinar o transdisciplinar) combinando enfoques, de modo que se produzcan nuevas perspectivas más potentes en su capacidad explicativa y aplicada.

Por ejemplo, los neurocientíficos pioneros como Kandel (1997), Delgado (1998), LeDoux

(1998) Damasio (1996, 2000) y Bruer (2000) acreditaban que las estructuras que controlan la percepción, la acción y la cognición se desarrollan al mismo tiempo y no secuencialmente como se creía antes.

Recientemente otros autores (por ejemplo, Posner & Rothbart, 2005; Willingham, 2009; Howard-Jones, 2014; Ansari, 2015; Horvath & Donoghue, 2016) han descubierto nuevos aspectos, por lo tanto, se considera que es todavía un campo que se encuentra en proceso, por lo extenso que es. Sin embargo, para los fines de este trabajo se trató de detectar algunos planteamientos iniciales que tienen que ver más con la Neuroeducación enfocada a la formación de docentes, objeto de estudio de esta investigación.

Algunos planteamientos de la Neurociencia vinculados a la educación

Como se pudo apreciar en el apartado anterior, en las últimas décadas del siglo xx, las investigaciones sobre el cerebro se han multiplicado, abarcando múltiples disciplinas como la genética, la biología, la física, la farmacia o la psicología. La década de los años 90 fue definida como la década del cerebro, con un gran número de trabajos e investigaciones sobre el tema (Restak, 2005).

Hoy se sabe también que cada parte específica del cerebro desempeña un papel importante en la expresión de funciones tan diversas como el pensamiento abstracto, el aprendizaje, la memoria, el lenguaje o el movimiento (Melo Ferreira, 2012).

Así pues, en los últimos años los avances en la neurociencia han aportado nuevos conocimientos que permiten entender cómo funciona el cerebro y cuáles son los mecanismos cerebrales mediante los que se produce el aprendizaje (Jense, 2004; Tokuhama-Espinosa, 2011; Ortiz, 2009; Mora, 2013, citado por Manel, 2015).

El carácter transdisciplinario de la neurociencia continúa diciendo Melo Ferreira (2012), ha proporcionado también a los pedagogos los principios básicos del funcionamiento del cerebro que hacen posible la percepción sensorial, la actividad motora y la cognición. Los científicos consideran que la última frontera del conocimiento humano está en su propio cerebro, es decir, la máxima de la filosofía presocrática, “conócete a ti mismo”, tiene un papel fundamental cuando se intenta responder a las cuestiones planteadas de cómo funciona nuestro sistema nervioso.

Por lo tanto, la neurociencia representada por Sperry; Mc Lean y Herrmann, (citados en Benedetto, 2002) confirmaron la especialización de los hemisferios cerebrales. Sus investigaciones permitieron establecer que la capacidad de hablar, escribir, leer y razonar con números, es fundamentalmente una responsabilidad del hemisferio izquierdo; mientras que la habilidad para percibir y orientarse en el espacio, trabajar con tareas geométricas, elaborar mapas conceptuales y rotar mentalmente formas o figuras, son ejecutadas predominantemente por el hemisferio derecho.

Por su parte Román Solano (2013), considera que cuando se trata de entablar un diálogo entre las ciencias cerebrales y la educación, la psicología cognitiva es ideal para este papel, pues se constituye en la rama más idónea para que las ciencias del cerebro influyan en los estudios sobre la enseñanza y el aprendizaje.

De esta forma, se puede definir la neurociencia como el ámbito interdisciplinar que estudia diversos aspectos del sistema nervioso: anatomía, funcionamiento, patología, desarrollo, genética, farmacología y química, con el objetivo último de comprender en profundidad los procesos cognitivos y el comportamiento del ser humano (Mora, 2013).

Por su parte, Manel (2015) señala que, en el contexto actual la educación se sitúa en un

momento de reflexión y planteamiento sobre los procesos de enseñanza y aprendizaje. Es imprescindible y debe hacerse a la luz de cómo aprenden los alumnos que, si se vincula al tema de investigación, sería cómo incide ese proceso en la formación de los investigadores de la investigación educativa.

Es entonces que surge la pregunta inmediata, en el desarrollo de este marco conceptual-teórico, ¿qué significado y relación tiene el campo disciplinar de la neurociencia en el ámbito de la educación, y más allá en la formación de investigadores, en investigación educativa? Es una pregunta que aún no tiene respuesta debido a que el campo es muy amplio, sin embargo, sí incluye un acercamiento al objeto de estudio analizado desde un recorrido histórico.

Al respecto, se podría decir también, que la neurociencia tiene un constructo analizado por varios autores que, en algunos de ellos, pareciera ser que se repite, como a continuación se presenta, porque involucra, entre otras ciencias, tales como la neuroanatomía, la fisiología, la biología molecular, la química, la neuroinmunología, la genética, las imágenes neuronales, la neuropsicología, las ciencias computacionales. El funcionamiento del cerebro es un fenómeno múltiple, como se pudo observar en el anterior párrafo, que puede ser descrito a nivel molecular, celular, organizacional del cerebro, psicológico y/o social. La neurociencia representa la suma de esos enfoques (Salas, 2003).

Tradicionalmente la neurociencia se ha considerado una subdisciplina de la biología, pero actualmente es un activo campo multidisciplinar, en el que trabajan también psicólogos, lingüistas, genetistas, e incluso científicos de la computación, entre otros, lo que permite tener una visión del cerebro humano mucho más amplia, y así, avanzar tanto en el campo clínico como en otros campos o disciplinas (Campos, 2014).

De esta manera, la neurociencia está comenzando a explicar cómo funcionan nuestros pensamientos, sentimientos, motivaciones y comportamiento; y como todo esto influye y es influenciado por las experiencias, las relaciones sociales, la alimentación y las situaciones en las que estamos (Campos, 2014); aspectos que se vinculan desde luego con el campo de la educación, y por ende, en la formación de los nuevos investigadores y de los docentes que los acompañan, no sólo a nivel de posgrado, sino también desde los otros niveles educativos.

La neurociencia, tal como es entendida en la actualidad, es una disciplina relativamente reciente, que se ha desarrollado de manera portentosa en la última mitad del siglo xx, como ya se mencionó anteriormente, gracias a las novedosas técnicas de investigación y de diagnóstico empleadas, y a su carácter de ciencia interdisciplinar. En este sentido, Cavada (2014) dice que:

Hoy estamos en plena revolución de este campo del saber, pues la neurociencia moderna es el resultado de la convergencia de varias tradiciones científicas (que se reiteran aquí como son): la anatomía, la embriología, la fisiología, la bioquímica, la farmacología, la psicología y la neurología. Otras disciplinas más modernas, incluyendo las ciencias de la computación o la bioingeniería se han sumado al reto... (p. 1)

Por lo tanto, la neurociencia no se considera una única disciplina, sino muchas, y tener una perspectiva clara de los orígenes y del desarrollo en cada una de estas áreas, puede ser clave para lograr un mejor entendimiento de los conceptos actuales (Soriano Mas, 2014).

Históricamente, Portellano (2005) destaca las primeras sociedades neurocientíficas, las cuales surgen en Norteamérica a partir de los años 60,

y en la actualidad son una fructífera realidad en numerosos países. La primera sociedad neurocientífica existente fue la Society for Neuroscience, fundada en 1970 en los Estados Unidos. Posteriormente se han ido creando otras en muchos países, como la European Neuroscience Association (ENA), la Sociedad Española de Neurociencia (SEN) y la Academia Mexicana de Neurología A.C. Esta última cuenta con una publicación bimestral de la Revista Mexicana de Neurociencia. Asimismo, dentro del amplio marco de la neurociencia, Portellano (2005) menciona que:

Existen dos orientaciones, conductuales y no conductuales, según su mayor énfasis en el estudio del sistema nervioso o en el del comportamiento. Las neurociencias de orientación no conductual centran su interés en algún aspecto del sistema nervioso, prestando menor atención a los aspectos cognitivos y comportamentales. Se incluyen aquí disciplinas como neurobiología, neuroanatomía, neurología, neurofisiología, neurofarmacología o neuro-endocrinología. Las neurociencias de orientación conductual, por su parte, se preocupan por relacionar el sistema nervioso con determinados aspectos de la conducta y los procesos cognitivos. Se incluyen en este grupo: psicobiología, psicología fisiológica, psicofisiología, psicofarmacología, neuropsicología y más recientemente neurociencia cognitiva. (p.24)

Al respecto, Campos (2014) considera la neurociencia cognitiva como una de las áreas de estudio privilegiadas y que su interés por la percepción, la acción, la memoria, el lenguaje y la atención selectiva, vendrá a representar cada vez más el eje central de esta disciplina en el siglo XXI.

La neurociencia cognitiva

En las diferentes fuentes consultadas se encontró que al relacionar la neurociencia con la educación se prefiere hablar de investigaciones cognitivas, de ciencia cognitiva o de neurociencia cognitiva, la cual se acerca a las ciencias de la educación como la pedagogía.

Es así como la neurociencia se correlaciona con la ciencia cognitiva, que más que una ciencia constituida, es todavía una organización de disciplinas, cada una de las cuales contribuye a una mejor comprensión de lo mental, y todas juntas parten de la base teórica que afirma que los seres humanos y aquellos ingenios a los que se atribuyen estados y procesos cognitivos son sistemas procesadores de información. De hecho, la aparición de nuevas técnicas para estudiar las funciones cognitivas superiores ha supuesto una revolución conceptual en el entendimiento de la conexión entre mente y cerebro (Ruz, Acero & Tudela, 2005).

En el campo de la “educación” varias son las disciplinas del conocimiento que inciden en su investigación y estudio; por ejemplo, se tiene que el carácter biológico y cultural del ser humano, confiere al estudio de su capacidad de educabilidad, un sentido complejo y de gran magnitud. Si bien la psicología, la sociología y la antropología han sido prodigiosas en cuanto al entendimiento y operacionalización de la enseñanza, el cerebro y sus funciones parecen haber sido el gran ausente (Salazar, 2005).

Entonces, las aportaciones a la pedagogía y a la psicología del aprendizaje obligan a replantear algunos aspectos del proceso educativo en las aulas, así como el papel del docente y el alumno. Hart (1983, citado en Manel, 2015) agrega que se debe conocer lo que aporta la neuroeducación al docente, y qué herramientas son necesarias para situarse delante del grupo de alumnos con

un mayor conocimiento de cómo se produce el proceso de aprendizaje. La neuroeducación ha de consistir en aprovechar el conocimiento sobre el funcionamiento del cerebro para enseñar y aprender mejor.

En este sentido, la neurociencia cognitiva, ha asumido y asume la tarea de penetrar en la estructura y funcionalidad del cerebro humano. Esta disciplina, en construcción, es alimentada con un conocimiento interdisciplinario que estudia las relaciones mente-cerebro, los procesos mentales desde un abordaje interdisciplinario.

Para Redolar (2014), la neurociencia cognitiva constituye un campo científico relativamente reciente que surge de la convergencia de la neurociencia y la psicología cognitiva, y que aborda el estudio del funcionamiento cerebral desde una perspectiva multidisciplinar, incidiendo en distintos planos de análisis.

El autor menciona que los últimos avances ponen de relieve que el enfoque multidisciplinar de la neurociencia cognitiva es enriquecedor y abre nuevas posibilidades, como así lo reconoce la mayor parte de la comunidad científica. De hecho, los análisis bibliométricos señalan un incremento espectacular en el número de publicaciones de corte neurocognitivo (Redolar, 2014).

De esta manera, Gómez Cumpa (2004) dice que la neurociencia cognitiva se aplica en toda área en que una persona, interactuando con su ecosistema, necesite optimizar sus funciones, entre ellas el área educativa y su proceso de enseñanza-aprendizaje. Resultado de esa aplicación será la posibilidad de optimizar las capacidades potenciales neurocognitivas de las personas, mejorando el aprendizaje significativo, el pensamiento superior, el pensamiento crítico, la autoestima y la construcción de valores.

Asimismo, la neurociencia cognitiva permite en las personas optimizar el procesamiento de la información, desarrollar las inteligencias múlti-

ples, el conocimiento y desarrollo de los sistemas representacionales, el desarrollo de los sistemas de memoria, la generación de significados funcionales, y el desarrollo de inteligencia emocional.

Todo ello se expresa en la emergencia de un modelo cognoscitivo de enseñanza, señala Gómez Cumpa (2004), donde el profesor construye la información activamente con los alumnos (constructivismo), actúa como coordinador-mediador; comunicador, pluridireccional (profesor-alumno/alumno-alumno); y explora la individualidad de los alumnos (estilos de aprendizaje), ya que existen múltiples inteligencias en los alumnos y, acorde a ellas, se enseña y aprende; se privilegia la memoria comprensiva para enseñar y evaluar.

Resumiendo las ideas de Gómez Cumpa, se puede decir entonces que la realidad es el lugar principal de aprendizaje; se cultiva la inteligencia analítica, práctica y creativa; el proceso de enseñanza-aprendizaje se implementa en contextos reales o similares a la realidad; el aprender a aprender en cualquier tema es el objetivo del aprendizaje; se induce la autonomía del alumno; se trata de reproducir la forma natural como aprende el cerebro; se induce el aprendizaje multisensorial; promueve el desarrollo intelectual y afectivo; la enseñanza del nivel de pensamiento superior es prioritario; es indispensable la articulación del conocimiento previo con el nuevo (aprendizaje significativo); se aprende para resolver problemas; el aprendizaje es una tarea placentera, la motivación es objetivo prioritario (2004).

La neurociencia cognitiva aplicada a la educación

Conocida como la neurociencia educativa o neuroeducación, es una disciplina muy joven surgida hace menos de 20 años, con el fin de acercar

las investigaciones en neurociencia cognitiva a la educación.

En cuanto a la definición de neurociencia educativa, en la historia contemporánea involucra una serie de cuestiones epistemológicas, conceptuales y metodológicas que ameritan un tratamiento adecuado, que sólo se verifica en forma parcial en la literatura del área (Benarós et al., 2010; Gabrieli, 2016; Howard-Jones et al., 2016, citados por Lipina, 2016).

Por ejemplo, Varma (2008) sugiere que los estudiantes estarán mejor preparados para su práctica si se incorporan contenidos de las neurociencias en el currículum (se promueven habilidades de pensamiento crítico). Lo que implica nuevamente la necesidad de que el docente esté habilitado para comprender y transmitir los conocimientos pertinentes que se generan en la investigación de la relación neurociencias-educación.

Mientras que Fischer (2009) llama a sentar una base firme de la educación en la investigación existente a partir de las siguientes consideraciones:

- a) Creación de escuelas de investigación; lugares donde la ciencia y la práctica docente den forma a la investigación educativa.
- b) Bases de datos compartidas que contengan información del aprendizaje y el desarrollo.
- c) Un nuevo profesional (o la reformulación del perfil actual del educador), un ingeniero o traductor educativo que se encargaría de poner en contacto y conciliar tanto la investigación, como la praxis y la política educativa, de la misma forma que en otras disciplinas, como en la física existe un profesionalista; el ingeniero que se encarga de llevar los conocimientos básicos a la práctica.
- d) Reconoce, por tanto, que una investigación neurocientífica efectiva requiere que los do-

centes colaboren con los investigadores en la formulación de las preguntas a resolver y los métodos a aplicar.

En este mismo orden de ideas, Campos (2010) destaca que los aportes de las neurociencias en el campo educativo, tienen como principal objetivo acercar a los agentes educativos a los conocimientos relacionados con el cerebro y el aprendizaje, considerando la unión entre la pedagogía, la psicología cognitiva y las neurociencias.

Actualmente, el panorama que se aprecia en las aulas acaba siendo el de una práctica pedagógica híbrida, resultante de tantas corrientes y líneas, muchas de ellas ya sobrepasadas y que no corresponden al perfil de alumno que frecuenta la escuela del Siglo XXI.

No obstante, independiente de la línea o corriente que perfila a un colegio o a un educador, existe un proceso que se da en todo contexto pedagógico: el de enseñanza-aprendizaje. En este sentido, Frirth (2011) advierte de algunos errores (neuromitos), cometidos al describir la relación entre cerebro y aprendizaje. En particular señala que los docentes muy interesados en la investigación del cerebro están predispuestos a creer en los neuromitos. El desarrollar una “cultura científica” puede resguardar contra las ideas equivocadas que conectan Neurociencias y educación.

Por su parte, Ansari (2011) señala que la expectativa de que la investigación en Neurociencia tenga un impacto directo e inmediato en la práctica educativa no es realista y propone la necesidad del entrenamiento interdisciplinario, la aportación de recursos y programas de investigación que permitan una creciente colaboración entre neurocientíficos cognitivos, educadores e investigadores educativos.

La educación trata de promover el aprendizaje, mientras que la neurociencia trata de entender los procesos mentales involucrados en el aprendizaje. Esta base común apunta a un futuro en el

que la práctica educativa pueda ser transformada por la ciencia, de la misma manera que transformó la práctica médica hace un siglo (citado en Centre for Educational Neuroscience, s.f.)

Pero, lejos de que la neurociencia se caracterice como una nueva corriente que entra al campo educativo, o que se transforme en la salvación para resolver los problemas de aprendizaje, Campos (2014) señala que se debe entender como una ciencia que viene a aportar nuevos conocimientos al educador –así como lo hace la psicología– con el propósito de proveer el suficiente fundamento científico para innovar y transformar la práctica pedagógica.

Claro está, que no todo lo que hay en neurociencias se aplica al campo educativo, por lo que el educador ha de establecer criterios al instaurar los aspectos que son relevantes para su práctica pedagógica. De esta manera, la neurociencia educativa es considerada como una subdisciplina de la ciencia básica de la neurociencia cognitiva según Bruner (2016, citado por Lipina, 2016). Su objetivo general es elucidar qué estructuras y funciones neurales se asocian con los procesos de aprendizaje y enseñanza.

Como se puede ver, el objetivo último de la neurociencia aplicada a la educación, apunta Butterworth y Tolmie (2017), es conseguir que los estudiantes logren un aprendizaje más eficaz y consigan alcanzar su potencial de aprendizaje. Con este propósito en mente, la ciencia educativa ya se había venido preguntando por los mejores contextos de aprendizaje y por el origen de las diferencias individuales en el aprendizaje. Para poder responder a estas preguntas, la neurociencia educativa ha ido evolucionando a lo largo de distintas fases.

En un primer momento, menciona Campos (2017), la investigación educativa cooperó de manera amplia con la psicología, para intentar dar respuesta a las incógnitas planteadas. Poste-

riormente, se inició una fase de colaboración entre la neurociencia y la psicología cognitiva, en cuestiones educativas y en otras de índole más general, dando lugar a la neurociencia cognitiva.

En la actualidad, la neurociencia educativa se hallaría en la tercera fase, en la que se pretende una interacción directa entre neurociencia y educación, para servir a los propósitos educativos antes mencionados (Butterworth & Tolmie, 2017).

Por ello, conviene prestar la máxima atención a la agenda científica, puesto que no todo lo que se “puede hacer” se “debe hacer”. Estos criterios apuntan al campo de los valores, en particular a la ética de los métodos neurobiológicos aplicables a la enseñanza y al aprendizaje. Algunos métodos podrían vulnerar el principio de prudencia, otros el de responsabilidad civil o el derecho a la intimidad, para mencionar sólo ciertos obstáculos morales y legales que podrían presentarse (Diario Educativo, s/f).

Como se puede apreciar, es posible distinguir que la neurociencia cognitiva vinculada a la educación, nos lleva a la neuroeducación, haciendo referencia a las conceptualizaciones realizadas que se centran más a los aportes de la neurociencia y a los avances e implicaciones que tiene en la educación, al respecto González y Olivera (2016) apuntan que la neuroeducación tiene como finalidad “dar respuesta al origen, desarrollo y funcionamiento de los nuevos procesos cognitivos complejos y que se desarrollan a través de diversos modelos de planificación del proceso de aprendizaje y de la formación de sus docentes” (p. 3).

Alude a la formación como un proceso de enseñanza-aprendizaje de un habitus en el sentido en que Calzadilla Pérez (2017) lo hace para referirse a:

La integración de la neuroeducación en la formación de docentes, ofreciendo valiosos

conocimientos que sirven de “puentes” para enriquecer su cuerpo teórico y conceptual, se requiere la fundamentación teórica y metodológica de estudios sobre su transferencia en los programas para la formación de docentes investigadores educativos y en los procesos de enseñanza y aprendizaje. (p.10)

Por lo que, en el ámbito de la formación inicial de investigadores en investigación educativa, se observa que aún falta por desarrollar un enfoque teórico-metodológico. Sin embargo, de las investigaciones ya realizadas pueden retomarse argumentos y fundamentos que pueden ser deducidos o bien adaptables al ámbito de la formación de investigadores.

Por ejemplo, Salazar (2005) señala que, en el campo de la educación, las exigencias para la docencia aumentan día a día; ahora se espera que, en el espacio educativo, los profesores sean capaces de formar personas con pensamiento crítico, con una expresión clara de sí mismos, capaces de resolver problemas complicados y lleguen a ser aprendices para toda su vida. Lo anterior implica sintetizar los aportes que detallan científicamente los aspectos humanos que favorecen el aprendizaje, como la acción con la cual el ser humano conoce.

Volver los ojos a nuestro funcionamiento bio-físico y químico, no separa de la parte mental-emocional, social-cultural; pues el ser humano es complejo e integral. Un docente, dice Salazar, requiere no sólo el conocimiento de la didáctica, del contexto y de la disciplina, sino de la comprensión epistemológica, y sobre ésta, el entendimiento de los procesos biológicos por los cuales el individuo transita para construir los conocimientos. También agrega que, integrar los avances de la investigación neurológica enriquecerá la comprensión que el docente tiene sobre la búsqueda de las transformaciones intelectuales en los seres humanos (Salazar, 2005).

Por esta razón nace uno de los campos vinculados a la neurociencia como es la neuroeducación y la neurodidáctica; se define a la primera como la disciplina que parte de la capacidad del aprendizaje de la especie humana e intenta encontrar las condiciones para que su desarrollo sea óptimo (Gerhard Preiss, 1998; citado por Manel, 2015); la neurodidáctica apunta a los esfuerzos por mejorar los procesos de enseñanza-aprendizaje, uniendo los saberes de la neurociencia, la pedagogía y la psicología es lo que se denomina neuroeducación.

Pero ¿qué es el aprendizaje desde la óptica neurocientífica? Koizumi (2003), define el aprendizaje como “el proceso por el cual el cerebro reacciona ante los estímulos y establece conexiones neuronales que actúan como circuito procesador de información, proporcionando almacenamiento de la información” (p. 53).

Otros autores como Gómez-Fernández (2000) agregan que en el campo de la Neurociencia el descubrimiento más importante es la plasticidad del cerebro humano. El cerebro humano es extraordinariamente plástico, con capacidad para cambiarse y adaptar su estructura a lo largo de la vida (Junqué y Barroso, 2009). Lo anterior confirma que el aprendizaje se produce en cualquier momento y a lo largo de toda la vida y permanentemente creando nuevas neuronas y conexiones entre ellas. Es decir, la neuroplasticidad es un proceso mediante el cual las neuronas son capaces de aumentar el número de conexiones de forma estable, como consecuencia de la experiencia, el aprendizaje y la estimulación (OCDE, 2007).

Se puede deducir entonces que, a partir de la plasticidad cerebral, todos los alumnos pueden aprender y progresar y, por tanto, todas las expectativas del profesorado hacia los alumnos deberían ser positivas. Existen varias aportaciones al nuevo paradigma educativo, tales como la emoción, memoria, atención, estrés y emociones

negativas, sueños y horarios, salud y alimentación, ejercicio físico y juego, entre otros (Manel, 2015).

Por otra parte, la educación del ser humano ha sido objeto de estudio y críticas durante toda la historia de la humanidad. Not, L. (1983, citado en Campos, junio 2010) hace reflexionar acerca del rol fundamental del educador cuando menciona que “la educación de un individuo es la puesta en práctica de medios apropiados para transformarlo o para permitirle transformarse...” (p.3) y está en las manos del educador esta enorme responsabilidad.

Por ello, es importante considerar el rol docente desde la perspectiva de la Neuroeducación; Battro (2006, citado en Manel, 2015) dice que la especie es esencialmente educable, se es *Homo educabilis*, por lo que resulta imprescindible reflexionar sobre el rol del educador desde la perspectiva de la neurodidáctica. Se agrega que el desafío para los educadores es afrontar la investigación del cerebro y sus repercusiones en la formación de docentes investigadores, lo que significaría cambiar el pensamiento, la práctica y la formación docente.

Asimismo, Fornaguera (s/f) dice que el estudio del cerebro podría brindar a los docentes, herramientas conceptuales que fundamenten las decisiones que orientan las acciones metodológicas, tanto en el ambiente pedagógico como institucional. La necesidad de vincular en el acto pedagógico, la cultura con el cerebro, se encuentra basada en las siguientes premisas, que apoyan la comprensión de las implicaciones educativas del estudio del cerebro para la labor docente como investigador. Al respecto, Guillén (2013) menciona que un docente investigador no puede estar al margen de la evolución en el aprendizaje y no puede plantear los procesos de enseñanza y aprendizaje sin tener en cuenta sus particularidades, o no ser sensible a la diversidad.

Por lo tanto, la aportación de la neuroeducación en el ejercicio docente, permite hacer una aproximación lógica a elementos que hasta el momento eran considerados como intuiciones u observaciones de los propios docentes en la realidad de su aula. Se puede decir que los docentes con una formación desde la perspectiva de la neuroeducación descubren que el aprendizaje se produce a través de una estimulación de neuronas que procesan la información y la transmiten a otras neuronas. El aprendizaje consiste, entonces, en una serie de estímulos físicos que entre más se estimulan, más conexiones se crean y favorecen la plasticidad cerebral, y, por ende, favorecen el aprendizaje. Se deduce entonces, que el potencial biológico de las conexiones debe ser apoyado y desarrollado dentro de un entorno de aprendizaje que es el espacio adecuado capaz de consolidar estas conexiones y crear otras nuevas.

Sintetizando se podría decir que la neuroeducación en la formación de docentes investigadores educativos es un campo en construcción, que cuenta con un amplio espectro en la formación y desarrollo de las funciones superiores, tales como la atención, la memoria, la imaginación creadora, el pensamiento y el lenguaje, en su relación con quienes se dedicarán profesionalmente a la generación de conocimiento en un campo determinado, por lo que no tiene temporalidad específica, ni modalidades únicas. Es un proceso individual, colaborativo e institucional, que sugiere un potencial de apoyo en la formación de docentes y que se asocia principalmente a la práctica de investigación con investigadores activos y consolidados.

Conclusiones

1. Se considera que es importante que el docente conozca las estructuras neurológicas que in-

tervienen en el desarrollo cognoscitivo del ser humano, ya que este engloba la forma en que el crecimiento y los cambios en las capacidades intelectuales afectan el comportamiento de una persona. Procesos como el lenguaje, el aprendizaje, la memoria, la atención, el razonamiento, la creatividad, la resolución de problemas, la inteligencia, entre otros, dependen directamente de la actividad cerebral.

2. Como se ha visto, la manera específica en la que la educación puede verse influida por los avances científicos ha sido estudiada por varios autores de forma crítica, señalando que la complejidad del proceso educativo, por un lado, y la complejidad del cerebro por otro lado, impiden que una visión reduccionista resulte suficiente para traducir los avances del conocimiento de las neurociencias en una mayor eficiencia del proceso educativo. Esto ha generado la apertura de varias líneas de investigación que pretenden crear un vínculo directo entre mejores neuroconocimientos y mejor aprendizaje. En la medida que se construyan y optimicen estos vínculos por parte de los investigadores (tanto de las neurociencias como de la pedagogía) será necesario que los profesores estén capacitados para instrumentar las metodologías emergentes.
3. Actualmente se exige al docente que sea innovador y que transforme su práctica educativa, por ello, estos aportes con base en la neurociencia se convierten en una herramienta poderosa para entender cómo funciona nuestro cerebro durante el proceso de aprendizaje y cómo se puede a partir de este conocimiento para cambiar la práctica pedagógica.
4. El papel que desempeña el docente investigador desde las neurociencias es de suma importancia, ya que resulta imprescindible conocer cómo funciona el cerebro humano y cómo es capaz de concretar las finalidades del aprendi-

zaje, conocimientos científicos que proceden del estudio de la neurociencia y la neuroeducación (Ruiz de Somocurcio, 2014).

5. La neuroeducación plantea la necesidad de que los profesores tengan un rol educativo, un papel de testimonio delante del grupo de alumnos, más allá de transmitir unos contenidos académicos. (Manel, 2015).
6. Se podría prever que la formación de docentes investigadores educativos de cara a la innovación del siglo XXI, necesita acercarse a la neuroeducación, disciplina que introduce una metodología actual y activa al crear una mejor comprensión de cómo se aprende y cómo esta información se puede usar para crear nuevas metodologías en la formación de docentes investigadores educativos, que cuenten con un conjunto de habilidades investigativas novedosas que, combinadas con su área de especialidad, le abra las puertas a nuevas trayectorias profesionales en el campo de la formación de docentes investigadores educativos.

Referencias Bibliográficas

- Ansari D. (2015). Mind, brain, and education: a discussion of practical, conceptual, and ethical issues, In Clause, J. & Levy, N. (Eds.), *Handbook of Neuroethics* (pp. 1703–1719). Dordrecht: Springer. Recuperado de: https://www.researchgate.net/publication/276145518_Mind_Brain_and_Education_A_Discussion_of_Practical_Conceptual_and_Ethical_Issues
- Ansari, D., De Smedt, B. & Grabner, R. H. (2011). Neuroeducation; A critical overview of an emerging field. *Neuroethics*, 5(2), 105-117.
- Battro, A. M. & Cardinali, D. P (2010). *Más cerebro en la educación*. [online] La Nación,

- Recuperado de: <http://sur.infonews.com/notas/lasNeurociencias-llegan-al-aula>
- Benedet, M. J. (2002). Evaluación Neuropsicológica. En: A. Cordero (coord.) *La Evaluación Psicológica en el año 2000* (pp 135-147). Madrid: Tea Ediciones.
- Butterworth, B. y Tolmie, A. (2017). Chapter 1. Introduction. En D. Mareschal, B. Butterworth & A. Tolmie (Edits.), *Educational Neuroscience* (pp. 1-13). Chichester: John Wiley & Sons.
- Calzadilla Pérez (2017). La integración de las neurociencias en la formación inicial de docentes para las carreras de la educación inicial y básica: caso Cuba. *Revista Electrónica Actualidades Investigativas en Educación*. 17(2), 1-27. Recuperado de: <http://dx.doi.org/10.15517/aie.v17i2.28709>
- Campo A. L. (2017). *Neurociencia cognitiva aplicada al aprendizaje de segundas lenguas*. (Trabajo fin de máster). Universidad Internacional de La Rioja Facultad de Educación. País Vasco. España.
- Campos, A. (septiembre de 2014). *Los aportes de la Neurociencia a la atención y educación de la primera infancia*. [online] UNICEF. Recuperado de: https://www.unicef.org/bolivia/056_NeurocienciaFINAL_LR.pdf
- Campos, A. L. (2010). Neuroeducación: Uniendo las Neurociencias y la Educación en la Búsqueda del Desarrollo Humano. *Revista digital La educación*. 143, 2-14.
- Cavada, C. (2014). *Historia de la Neurociencia*. Sociedad Española. Recuperado de: <https://www.senc.es/historia-de-la-Neurociencia/>
- Damásio, A. E. (1996). *O erro de Descartes: emoção, razão e o cérebro humano*. São Paulo, Companhia das Letras.
- Delgado, J. M. (1998). *Manual de Neurociencia*. Madrid: Síntesis.
- Diario Educativo (s/f). *Neuroeducación*. Compañía Editorial de Educación Ltd. Recuperado de: <http://cursos.aiu.edu/Avances%20de%20las%20Neurociencias%20aplicadas%20a%20la%20Educa%C3%B3n/PDF/Tema%201.pdf>
- Fischer, K.W. (2009). Mind, Brain and Education: Building a Scientific Groundwork for Learning and Teaching. *Mind, Brain and Education*, 3(1), 3-17.
- Fornaguera (s/f). *Neurociencia y Educación*. Programa de Investigación en Neurociencias, Depto. de Bioquímica, Escuela de Medicina Universidad de Costa Rica. Recuperado de: <https://myslide.es/documents/Neurociencia-y-educacion-55c0931eb9bc6.html>
- Frith, U. & Frith, C. (2011). The Biological Basis of Social Interaction. *Current Directions in Psychological Science*, 10(5), 151-155. doi:10.1111/1467-8721.00137
- Gómez Cumpa (2004). *Neurociencia Cognitiva y Educación*. Perú. Universidad Nacional Pedro Ruiz Gall. Fondo Editorial FACHSE. Recuperado de: <http://docplayer.es/1244794-Neurociencia-cognitiva-y-educacion.html>
- Gómez-Fernández L. (2000). Plasticidad cortical y restablecimiento de las funciones neurológicas: Puesta al día del tema. *Rev Neurol*. 31, 749-56.
- González, D. & Olivera E. (2016). *Organización del proceso de enseñanza basado en neuroeducación y su impacto en el logro de objetivos de aprendizaje*. Colombia, Centro de Capacitación en Neuroeducación (CENERED). Recuperado de http://www.cenered.cl/mis_articulos/1.2016.paper_daisy_revisado.pdf
- Guillén (2013). *La formación de Profesores* (Neuroeducadores). Recuperado de: <http://cursos.aiu.edu/NEUROCIENCIA/Neuro>

- ciencia%20sesion%205/Neurociencia%20sesion%205.pdf
- Horvath J. C. & Donoghue, G. M. (2016). A bridge too far—revisited: reframing Bruer's Neuroeducation argument for modern science of learning practitioners. *Front. Psychol* 7 377. Recuperado de: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fpsyg.2016.00377/full>
- Howard-Jones P. A. (2014). Neuroscience and education: myths and messages. *Nature Reviews Neuroscience* 15, 817–824. Recuperado de: <http://www.educationalneuroscience.org.uk/wordpress/wp-content/uploads/2016/01/Howard-Jones-Neuromyth-nature14.pdf>
- Junqué, C. & Barroso, J. J. (2009). *Neuropsicología*. Síntesis Psicología. Ciudad España: Morata.
- Kandel E. R. & Squire L. R. (2000). Neurociencia: rompiendo barreras científicas para el estudio del cerebro y la mente. *Ciencia*; 290: 1113-2
- Kandel, E. (1997). *Neurociencia y Conducta*. Madrid: Prentice Hall.
- Koizumi, H. (2003). *Brain-Science & Education programs at the Japan Science and Technology Agency (JST)*. In Brain, science and education. Saitama: Japan Science and Technology Agency.
- Le Doux, J. (1996). *El cerebro Emocional*. Barcelona: Ariel/Planeta.
- Lipina, S. J. (2016). Introducción: Actualizaciones en Neurociencia educativa. Propuesta Educativa. *Propuesta Educativa*. Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales, Buenos Aires, Argentina, 46; 6-13.
- Manel, J. (30 de junio de 2015). *Aportaciones de la Neuroeducación a la enseñanza y aprendizaje de la tecnología*. Cataluña, España.
- Maureura, F. (2012). La Neurociencia ¿Una ciencia base para la psicología? *Revista GPU*, 6(4), 449-453.
- Melo Ferreira (2012). *Neurociencia + Pedagogía = Neuropedagogía. Repercusiones e implicaciones de los avances de la Neurociencia para la Práctica Educativa*. (Tesis de Maestría). Universidad Internacional de Andalucía. España. Recuperado de: http://dspace.unia.es/bitstream/handle/10334/2075/0341_Ferreira.pdf?sequence=1
- Mora, F. (2013). *Cómo funciona el cerebro*. Madrid, Alianza Editorial.
- Moreno Bayardo, M. G. (coord.), Sánchez Puentes, R.; Arredondo Galván, V. M.; Pérez Rivera G. & Klingler Kaufman, C. Formación para la Investigación, Parte I. En Ducoing Watty, P. Coord. (2003). *Sujetos, actores y procesos de formación. Tomo I: Formación para la investigación los académicos en México Actores y organizaciones coordinadora*. México. COMIE-CESU UNAM
- Moreno, M. G. (2006). *Formación para la investigación en programas doctorales. Un análisis desde las voces de estudiantes de doctorados en educación*. Guadalajara: Universidad de Guadalajara.
- OCDE. (2007). *La comprensión del cerebro. El nacimiento de una nueva ciencia del aprendizaje*. Santiago de Chile: Ediciones Universidad Católica Silva Henríquez. Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos. Recuperado de: http://www.unesco.org/new/es/santiago/press-room/singlenew/news/unesco_regional_bureau_for_education_announces_collaboration/
- Portellano J. A. (2005). *Introducción a la neuropsicología*. Madrid: Mc Graw-Hill/ Interamericana de España, S. A. U.
- Posner M. I. & Rothbart M. K. (2005). Influencing brain networks: implications for edu-

- cation. *Trends Cognitive Sciences*. 9, 99–103. Recuperado de: <http://amyalexander.wiki.westga.edu/file/view/influencing+brain+networks.pdf>
- Redolar Ripoll, D. (2014). *Neurociencia Cognitiva*. Buenos Aires: Editorial Médica Panamericana.
- Restak, R. (2005). *Nuestro nuevo cerebro: como la era moderna ha modificado nuestra mente*. Barcelona: Editorial Urano.
- Reyes, M. N. (2016). Niveles de conocimiento sobre Neurociencia y su aplicación en los procesos educativos. *In Crescendo*, 6(2), 104–113.
- Rocha-Miranda (2001). Visual properties of neurons in inferotemporal cortex of the macaque. *Journal of Neurophysiology*, 35, 96-111.
- Román Solano (2013). *Conocimientos que tienen las personas docentes sobre Neurociencia, e importancia que atribuyen a los aportes de ésta en los procesos de enseñanza aprendizaje*. (Tesis de Maestría). Universidad Estatal a Distancia de Costa Rica. Recuperado de: <http://repositorio.uned.ac.cr/reuned/bitstream/120809/953/1/Conocimientos%20que%20tienen%20las%20personas%20docentes%20sobre%20Neurociencia.pdf>
- Ruiz de Somocurcio (2014). Los mecanismos que subyacen el aprendizaje y la planificación curricular de aula. *Blog Neurociencia en el Aula*. Recuperado de: <http://aprendizajeNeurocienciaydiversidad.blogspot.com/2014/08/los-mecanismos-que-subyacen-el.html>
- Ruz, M., Acero, J. J. & Tudela, P. (2005). What does the brain tell us about the mind? *Psicológica*, 27, 149-167. Recuperado de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=16927201>.
- Salas, R. S. (2003). ¿La educación necesita realmente de la Neurociencia? *Estudios Pedagógicos*, 29, 155-171.
- Salazar, S. F. (2005). El aporte de la Neurociencia para la formación docente. *Actualidades Investigativas en Educación*, 5(1) 2-20.
- Soriano Mas, C. (2014). *Fundamentos de Neurociencia*. Barcelona: Editorial U.O.C.
- Squire L. (ed.) (2008). *Fundamental neuroscience*. San Diego, California: Elsevier Inc.
- Varma, S., McCandliss, B. D. & Schwartz, D. L. (2008). Scientific and pragmatic challenges for bridging education and neuroscience. *Educational Researcher*, 37(3), 140-152.
- Willingham D. T. (2009). Three problems in the marriage of neuroscience and education. *Cortex* 45, 544–545. Recuperado de: <http://amyalexander.wiki.westga.edu/file/view/3+problems-p.pdf>