

## **NEUROCIENCIA EDUCACIONAL: UN NUEVO DESAFÍO PARA LOS EDUCADORES**

NEUROCIENCIA EDUCACIONAL

AUTORA: Lourdes Guitart Pérez-Puelles<sup>1</sup>

DIRECCIÓN PARA CORRESPONDENCIA: [antonrecio39@gmail.com](mailto:antonrecio39@gmail.com)

Fecha de recepción: 24-03-2021

Fecha de aceptación: 20-04-2021

### RESUMEN

Desde finales del siglo XX las neurociencias se han acercado a la práctica educativa, para incorporar la perspectiva biológica y explicar fenómenos asociados al aprendizaje, perspectiva que ha gestado numerosas críticas desde los puntos de vista epistemológico y metodológico. No obstante, la neurociencia educativa, con el concurso de la psicología, se ha impuesto para intentar asimilar los hallazgos neurocientíficos a los contextos educativos. La presente revisión se propone mostrar los criterios de importantes autores implicados en el histórico debate y proponer temas en áreas comunes de investigación de la neurociencia educativa, la neurociencia cognitiva, la psicología y la educación.

### PALABRAS CLAVE

Aprendizaje; educación; neurociencia educativa; neurociencia cognitiva; psicología.

## **EDUCATIONAL NEUROSCIENCE: A NEW CHALLENGE FOR EDUCATORS**

### ABSTRACT

Since the end of the twentieth century neurosciences have approached educational practice, to incorporate biological perspective and explain phenomena associated with learning, a perspective that has developed numerous criticisms from the epistemological and methodological points of view. However, educational neuroscience, with the psychology contest, has been imposed to try to assimilate neuroscientific findings into educational contexts. This review aims to show the criteria and important authors involved in the historical debate and propose some topics, to find common areas of research on educational neuroscience, cognitive neuroscience, psychology and education.

---

<sup>1</sup> Doctora en Ciencias Psicológicas. Investigadora Titular. Profesora Titular de la Facultad de Ciencias de la Educación de la Universidad de Ciencias Pedagógicas Enrique José Varona. La Habana, Cuba. [antonrecio39@gmail.com](mailto:antonrecio39@gmail.com). ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3880-6950>

## KEYWORDS

Education; cognitive neuroscience; educational neuroscience; learning; psychology.

## INTRODUCCIÓN

El debate para hacer posible la conjunción entre neurociencias y educación ocurre cuando los paradigmas epistemológicos y metodológicos de la educación se actualizan, para enfrentar las complejidades del aprendizaje en el siglo XXI y la vinculación entre teoría, práctica e interrelación disciplinar. En este contexto se argumenta que las ciencias sociales están en crisis y la educación, en particular, es incapaz de resolver los problemas actuales de la práctica pedagógica (Jörg T., Davis B., Nickmans G., 2007).

La necesidad de considerar el estado del arte en el campo de las ciencias es una oportunidad para hacer frente a la crisis, por lo que se defiende la posibilidad de una nueva ciencia que ayude a mejorar las prácticas pedagógicas (OCDE, 2002, 2007). El camino recorrido por las neurociencias para lograr un entendimiento con la educación, ha encontrado argumentos a favor, críticas, metáforas como la del puente y rutas para la traducción de la investigación en neurociencias al aula, por intermedio de disciplinas como la neurociencia cognitiva y la neurociencia educacional, entre otras propuestas.

Las dificultades para superar el vínculo entre neurociencias y educación, tiene la innegable impronta de los intereses académicos disciplinares que subyugan la investigación (Fuentes, A. y Collado, J., 2019; Castorina J., 2016). Así, el conocimiento de un tema de investigación como el aprendizaje, donde intervienen varias disciplinas, se mantiene confinado dentro de las prácticas y los límites disciplinarios (Kuhl P. y otros, 2019).

Marshall L., Rivera J. y Magoun H. (2003) señalan otros aspectos como las fortalezas y los apremios de las instituciones donde el conocimiento científico se origina y el apoyo financiero dado a la educación superior con fines de investigación y desarrollo. Añaden que, las instituciones con programas de doctorado interdisciplinarios, son las más productivas en neurociencias y observan una tendencia a involucrar las ciencias básicas con las implicaciones clínicas, en los campos de especialización respectivos.

La falta de consenso se refleja, igualmente, en la variedad de términos propuestos para nombrar una nueva disciplina, los cuales se utilizan indistintamente en numerosas publicaciones. Su uso preferencial está asociado a los espacios académicos en los que se produce la investigación. Barrios-Tao H. (2016) sugiere que las propuestas de disciplinas como neuroeducación, neurodidáctica y neuropedagogía dificultan el posicionamiento de los saberes que vinculan a las neurociencias y la educación.

Los fundadores del proyecto Mente, Cerebro y Educación (MCE o Mind, Brain and Education, MBE, por sus siglas en inglés) plantean que la evolución de las

ideas sobre la conexión entre el cerebro y el self, son la base histórica e intelectual que permiten integrar las neurociencias con las áreas tradicionales de las ciencias humanas (Battro A., Fischer K. y Léna P., 2016). Esta integración se puede concebir en términos reduccionistas o colaborativos (en este caso, manteniendo su independencia epistémica y metodológica), pero enriquecidas y modificadas por la información neurocientífica disponible. Y, en la siguiente reflexión, concluyen:

[...] Si las neurociencias parecen tan cruciales se debe, en definitiva, a que — más allá de lo que es pertinente para cada área de aplicación o de cooperación— muestran la medida en la que el cerebro es un órgano fundamental para la constitución de la persona humana [...] (Battro A., Fischer K. y Léna P., 2016, p. 51).

## DESARROLLO

### *Más argumentos para un consenso favorable*

Hoy en día los vínculos entre neurociencias y educación son innegables. Se han realizado importantes hallazgos en temas como lectoescritura, aprendizaje de las matemáticas, optimización de la memoria, relación entre la actividad física y aprendizaje, así como sobre los déficits del aprendizaje (Ocampo J., 2019). Del mismo modo, no es posible ignorar el marco teórico que se ha intentado construir y la validez de las bases neurofisiológicas para explicar las funciones cognitivas involucradas en los procesos de enseñanza-aprendizaje (Ansari D., De Smedt B. y Grabner R., 2012; Howard-Jones, 2008).

El científico ruso L.S. Vygotsky (1896-1934) fue uno de los primeros en vincular las neurociencias al aprendizaje. Al referirse a la formación de las funciones psíquicas de orden superior, destacó que la organización del cerebro depende, inicialmente, de los mecanismos biológicos, los que determinan las funciones psicológicas, entre ellas la escritura. En una fase ulterior del desarrollo, las funciones superiores, al apropiarse de la cultura, ejercen control sobre los mecanismos biológicos, integrando las funciones inferiores en su estructura neurológica (Mecacci L., 2008).

La posibilidad de integrar los tres niveles de análisis (biológico, cognitivo y comportamental) para el estudio del desarrollo y el aprendizaje humano, exige traspasar los límites epistemológicos propios de cada uno de estos niveles, con el fin de generar conocimientos complejos (Benarós S. y otros, 2010).

Fuentes, A. y Collado, J. (2019) concuerdan en la necesidad de definir un marco epistemológico desde un enfoque interdisciplinar, que pudiera evolucionar hacia una perspectiva transdisciplinar, para colocar los procesos educativos dentro de la complejidad que caracteriza la investigación científica en la actualidad. Según los autores, el vínculo natural entre estas disciplinas es el aprendizaje humano y el enfoque Mente, Cerebro y Educación sería la raíz transdisciplinar de la neuroeducación y la neurociencia educativa, como se verá más adelante.

El espacio disciplinar integrado por los niveles neurales y mentales fue evaluado por la Organización de Cooperación y Desarrollo Económico (OECD) como la emergencia de una nueva ciencia del aprendizaje (OECD, 2007). Precisamente, Goswami U. (2004, 2006) considera el aprendizaje como el eje que podría unir las neurociencias con la educación. La autora asegura que el aprendizaje exitoso depende del plan de estudios y el profesor; del contexto proporcionado por el aula y la familia y, en sentido amplio, de la escuela y la comunidad, pero también afecta directamente la función cerebral. Al respecto se sostiene que las neurociencias ofrecen técnicas para estudiar el efecto de la enseñanza en el cerebro, la modulación de la respuesta neuronal al estrés, como mecanismo protector de comportamientos antisociales y métodos para la detección temprana de necesidades educativas especiales.

En el caso del aprendizaje escolar, Castorina J. (2016) sugiere construir un sistema complejo de interrelaciones entre tres subsistemas: el cognoscitivo en el contexto didáctico, el subsistema social (los contextos culturales, las condiciones sociales de los aprendizajes y las concepciones del mundo) y el biológico (las conexiones neuronales en el cerebro). Clark J. (2013) ha señalado la importancia de teorizar sobre el contexto etiológico de las operaciones neuronales, para encontrar relaciones entre los elementos del entorno que influyen en el aprendizaje.

A pesar de que existe un acuerdo general, de que las neurociencias contribuyen al conocimiento de los fundamentos biológicos del aprendizaje (Turner D., 2011; Howard-Jones P., 2008; Ocampo J., 2019), hay desacuerdos en la traducción de los resultados de la investigación neurocientífica en un conocimiento utilizable que ayude a los maestros en su trabajo curricular.

La OCDE (2007) aboga por una relación análoga a la que existe entre la medicina y la neurobiología, para vincular la práctica educativa y la investigación sobre el aprendizaje. Esta relación recíproca debe mantener un flujo bidireccional continuo de información, para sostener en las aulas una práctica informada sobre el cerebro y basada en la investigación.

Del mismo modo, Spitzer M. (2012), neurocientífico cognitivo cuya formación de origen es la psiquiatría, defiende el campo de la medicina como modelo para la traducción de la investigación básica a la educación. En su opinión, se necesita el diálogo entre las ciencias básicas y la investigación aplicada para lograr un progreso real en la educación basada en evidencia.

### *Críticas a los nexos entre neurociencias y educación*

Turner D. (2011) cuestiona la contribución de las neurociencias a la educación, ya que estas disciplinas centran la atención en las funciones mentales que, en su opinión, son de interés marginal al educador, pero también, porque la tecnología que utilizan limita la actividad de interés a cortos períodos de tiempo, y los efectos a largo plazo no son confiables y pueden ser descartados automáticamente. Como educador plantea que los maestros tienen experiencia y conocimientos, específicamente en la interpretación de las funciones, de la

cual los neurocientíficos pudieran beneficiarse. Sería necesario, en su opinión, entablar un diálogo interdisciplinario y de buena fe con apertura, que hasta ahora no se ha logrado. De ahí que se muestre escéptico ante el entusiasmo de sus colegas Goswani y Howard-Jones por las neurociencias.

Del mismo modo, se critica la extrapolación de resultados neurocientíficos obtenidos en animales a contextos educativos, sin tener en cuenta la complejidad de estos procesos; el estudio de las funciones cognitivas de forma aislada; los objetivos, propósitos e intereses propios de la investigación en neurociencias y de los educadores en cuyo trasfondo están las dicotomías entre las ciencias naturales y las ciencias sociales o la tecnología y el humanismo, las cuales suponen filosofías, epistemologías y metodologías diferentes entre la investigación y la práctica (Barrios-Tao H., 2016).

Sorprendido por los pocos filósofos estadounidenses comprometidos con las concepciones del aprendizaje basado en el cerebro, en comparación con los británicos, Schrag F. (2011) no deja de llamar la atención sobre el problema de extraer conclusiones normativas (propio de la educación) de premisas empíricas (como ocurre en neurociencias); igualmente, acerca de la aplicación de la comprensión científica de cómo el cerebro trabaja de forma global a un caso particular. Y, concluye que, los avances en la comprensión de las bases neurales de los procesos cognitivos, es improbable que afecten, sustancialmente, la enseñanza de los maestros en clase.

Samuels B. (2009) ha intentado contraponer el empirismo materialista de las neurociencias al constructivismo predominante de las ciencias educacionales. Los métodos de las primeras buscan correlacionar y encontrar los orígenes causales de mediciones neurofisiológicas en el laboratorio, mientras que los de la educación pretenden abarcar la complejidad de la realidad social, mediante la evaluación cualitativa para la exploración y explicación de los fenómenos del proceso educativo.

Smeyers P. (2016) llama la atención sobre el “mensaje no calificado” de las neurociencias, dados los niveles opuestos de conceptos que se manejan: mente versus cerebro. Argumenta que los correlatos neuronales de la actividad mental es lo observado realmente en neurociencias y no la actividad mental en sí misma; aunque pueda existir una correlación entre algún fenómeno mental y los estados neurofisiológicos, estos no son suficientes para explicar los fenómenos.

De Vos (2015) se muestra más reticente al acotar que la neurología solo puede mostrarnos imágenes mudas, mera química y pura electricidad, cuando más indicadores fisiológicos de constructos hipotéticos utilizados para explicar determinadas características psicológicas. Insiste, en que el vínculo paradójico entre las neurociencias y la psicología y el verdadero pegamento es la educación; lo psi no ha sido ni va a ser sustituido por lo neuro, pues esto último no es más que una extensión fenoménica del primero, en otras palabras, su fundamento estructural.

Ocampo es aún más intransigente en su crítica al plantear: “La fachada biologicista, ultraposivista y neurológica que acompaña al proyecto neuroeducativo no es más que eso, un frágil semblante. Más allá de lo formal, el discurso “psi” se mantiene tan vigente, vigoroso y hegemónico como nunca” (Ocampo J., 2019, p. 161).

La perspectiva de la validez ecológica la aporta Terigi F. (2016), quien defiende que el aprendizaje escolar depende de las condiciones de escolarización. Esta autora afirma que, excepto en condiciones de lesiones u otros compromisos biológicos, todos los sujetos pueden aprender en el sistema escolar bajo condiciones pedagógicas adecuadas. Llama la atención sobre los peligros que entraña el reduccionismo biológico. Primero, por el acecho del mercado editorial y del software globalizado que promete una renovada práctica educativa basada en producciones neurocientíficas, y por otro, dado los riesgos del posible retorno al determinismo biológico y su relación con retrocesos políticos contrario a las políticas de equidad.

Desde una mirada filosófica, Castorina J. (2016) realiza un análisis crítico de la neurociencia educacional y defiende la tesis de que la actividad cerebral es condición necesaria, pero no suficiente para el proceso de aprendizaje en clase. La integración de los saberes neurocientíficos y educativos requiere, en el orden conceptual, distinguir las categorías que cada una de ellas estudian vinculadas a los objetos de investigación de la disciplina. Sostiene que la investigación en neurociencias puede formar parte de estudios articulados entre la actividad educativa, la psicología cognitiva y cultural, y las didácticas disciplinarias, sin reduccionismos naturalistas. Ejemplo de reduccionismo son las prácticas que han dado origen a técnicas de intervención farmacológicas, para el tratamiento de los trastornos por déficit de atención e hiperactividad o la atribución exclusiva de dificultades en la escritura a déficit neurológico, cuando este déficit puede originarse en didácticas y prácticas educativas inadecuadas.

Los estudiosos sobre temas de la educación concuerdan en que las neurociencias no pueden reemplazar las fuentes tradicionales de la investigación educativa, ni el cuerpo de investigación relacionado con las prácticas en el aula, la psicología y las dimensiones sociales del aprendizaje (Clement N. y Lovat T., 2012; Hruby G. y Goswani U., 2011; Castorina J., 2016). Tampoco los estudios del comportamiento, ya que pueden ser necesarios para evaluar las conclusiones extraídas de las neurociencias (De Smedt B. y otros, 2011).

### *La metáfora del puente*

El debate académico en torno a la relación entre neurociencias y educación se asocia frecuentemente, en la literatura, a la metáfora de puente o vías de comunicación entre estos saberes (Fuentes, A. y Collado, J., 2019). El filósofo estadounidense Bruer fue el primero en señalar la posibilidad de establecer un puente entre las neurociencias y la educación —que veía “demasiado lejos”— y abogó por proponer a la psicología cognitiva como disciplina intermedia (Bruer

J., 1997). “Puentes sobre aguas turbulentas” es el título del artículo de Ansari D. y Coch D. (2006), en el que proponen repensar el vínculo entre neurociencias y educación. Benarós S. y otros (2010) defienden la construcción de puentes interactivos para justificar la influencia mutua. Mason L. (2009) también sostiene la idea de establecer un puente de doble vía, donde la neurociencia influya en la educación restringiendo la teorización, y la educación influya sobre las neurociencias sugiriendo las tareas que se deben investigar, las teorías y modelos para comprobar. Apoya la emergencia de las neurociencia educacional propuesta por Szücs y Goswami U. (2007) y otros autores, para construir el referido puente.

Campbell S. (2011) también utiliza la parábola del puente dentro de las neurociencia educacional, para explicar el enfoque transdisciplinario que debe caracterizar a esta disciplina emergente, con el propósito de conectar los nuevos marcos filosóficos y las metodologías de investigación entre educación y neurociencias; mente y cerebro; fenomenología y fisiología; fines teleológicos y causalidad; primera y tercera persona; objetivo y subjetivo; y así sucesivamente.

También desde la perspectiva de autores que insisten en la necesidad de que el aprendizaje interactúa en diferentes niveles de análisis, Brown T. y Daly A. (2016) plantean que el nivel cognitivo de análisis sigue siendo la primera interface del puente entre neurociencias y educación, aún si se espera que medidas neurales puedan incrementar el conocimiento de nuestros modelos de aprendizaje. Por su parte, Varma S, McCandliss B. y Schwartz D. (2008) llamaron la atención acerca del optimismo que significa tender “un puente” en términos de la articulación de las neurociencias con la educación, relación que, desde el punto de vista de los educadores, debe ser reestructurada en nuevos términos y sugieren hablar de vías de comunicación.

Recientemente, Im S. y otros (2018) proponen reorientar el modelo de Bruer, estableciendo un puente entre la psicología cognitiva y la educación por intermedio de la psicología educacional. Según los autores, el puente entre la psicología cognitiva y la educación se mantiene en un bajo perfil constructivo y ha sido poco transitado.

### *Rutas para la traducción de la investigación en neurociencias al aula*

#### *La neurociencia cognitiva*

La disponibilidad de técnicas y herramientas no invasivas para hacer mediciones de la función cerebral durante tareas cognitivas, llevó a la creación del campo de la neurociencia cognitiva a principios de los años 1990. John Bruer fue uno de los pioneros en conectar la naciente investigación en neurociencia cognitiva y la educación en Estados Unidos, aunque criticó la aplicación en la práctica y en las políticas educativas de los resultados de la neurociencia cognitiva. Abogó por una mayor interacción entre la investigación de la neurociencia cognitiva básica y la práctica educacional (Battro A., Fischer K. y Léna P., 2016).

La neurociencia cognitiva es una ciencia interdisciplinaria que obtiene sus resultados de la psicología cognitiva, las neurociencias, la sociología y la antropología, para generar una mejor comprensión de las bases neurales de los procesos cognitivos (Ansari D., Coch D. y Smedt B., 2011). En este campo, la mente es considerada un concepto teórico esencial para explorar la relación entre el cerebro y el comportamiento, incluido el aprendizaje y el vínculo entre el conocimiento del cerebro y las observaciones del comportamiento que implican el aprendizaje (Howard-Jones P., 2008).

Clement N. y Lovat T. (2012) sugieren que una ruta confiable para el acercamiento de la neurociencia a la educación, se puede obtener por la vía de la neurociencia cognitiva y la psicología cognitiva, posición que defienden Bruer J. (1997); Ansari D. y Coch D. (2006); Goswami U. (2006); Szücs D. y Goswami U.; Willingham y Lloyd (2007). Según estos autores, la teoría cognitiva permite integrar la biología con datos cognitivos y de comportamiento, para hacer corresponder el área de la actividad neural con el funcionamiento psicológico.

El desarrollo de la neurociencia cognitiva ha contribuido a comprender cómo el cerebro se desarrolla y cambia con la experiencia desde la infancia hacia la adultez; los mecanismos neurales subyacentes al aprendizaje escolar y sus déficits (Blakemore y Bunge, 2012). Este conocimiento se torna relevante a la educación, por cuanto amparan el procesamiento de información relevante; diferencias individuales en el aprendizaje, la motivación y la memoria, entre otras, además de los trastornos que afectan los objetivos de la educación y efectivas intervenciones.

Geake J. y Cooper P. (2003) coinciden en que la neurociencia cognitiva puede explicar el aprendizaje en un marco epistemológico integrador de los saberes bio-psico-social. De Jong T. y otros (2008) aseguran que los principios, los mecanismos o las teorías de las neurociencias pueden orientar proyectos de investigación interdisciplinarios como el descubrimiento de períodos críticos en el desarrollo del aprendizaje o la plasticidad cerebral, para explicar, a nivel neuronal, los mecanismos de adaptación y el aprendizaje. Igualmente, Grushka, K.; Donnelly, D. y Clement, N. (2014) plantean que estos y otros hallazgos podrían modificar los modelos cognitivos propios de las teorías del aprendizaje y aportar nuevas interpretaciones del comportamiento.

En busca de un consenso, Ansari D., Coch D. y Smedt B. (2011) sostienen que los vínculos potenciales más probables para lograr interacciones sistemáticas entre los neurocientíficos cognitivos y los educadores, es llegar a temas y lenguajes comunes, mejor que trazar una ruta directa de la investigación a su aplicación.

### *La neurociencia educacional*

Desde que la neurociencia cognitiva se introdujo en los estudios sobre el aprendizaje, el conocimiento educativo vislumbró la necesidad de la actualización o el replanteamiento de la comunicación en las disciplinas de la cognición, la educación y el propio aprendizaje (Fuentes, A. y Collado, J., 2019).



Según estos autores, el término “neuroeducación” fue propuesto por Odell en 1981, para la búsqueda de estrategias educativas que pudieran relacionarse con el cerebro. La National Academy of Education destaca la renovación de los procesos de aprendizaje realizados por los educadores con el progreso de las ciencias cognitivas, las cuales se han orientado a comprobar en las aulas sus teorías y demostrado la convergencia de otras ramas de las ciencias para lograr la innovación educativa (National Academy Press, 2000). Desde entonces, organismos internacionales y sociedades científicas han incentivado la anhelada conjunción entre neurociencias y educación (OCDE 2002, 2007, UNESCO, 2013) y, a pesar del progreso en la investigación del cerebro, no se ha logrado el salto paradigmático en la educación desde la pretendida integración con las neurociencias.

Battro A., Fischer K. y Léna P. (2016), en la Introducción del libro *El cerebro educado*, aseguran que científicos y educadores concuerdan en conectar la mente, el cerebro y la educación, en una nueva disciplina: la neuroeducación, que enfatiza el aspecto educativo de la conexión transdisciplinaria, a diferencia de la neurociencia educacional, cuyo centro es la neurociencia conectada a la educación.

La neurociencia educacional se ha afianzado en el Centro para la Neurociencia en la Educación, de la Universidad de Cambridge, fundado en 2005, que agrupa a los investigadores en neurociencia cognitiva, neurociencia cognitiva del desarrollo, psicología y tecnologías educativas, teorías educativas y otras disciplinas relacionadas que estudian las interacciones entre los procesos biológicos y la educación. De ahí que tengan un interés más teórico, a diferencia de la neuroeducación, que está orientada a las aplicaciones prácticas de los hallazgos neurocientíficos al aprendizaje y la enseñanza en el aula (Clark J., 2013). Szücs D. y Goswami U. (2007) la definen como una combinación entre la neurociencia cognitiva y la metodología comportamental, para la investigación de las representaciones mentales.

Campbell S. (2011) entiende la neurociencia educacional como un área nueva de la investigación en la educación, diseñada sobre las neurociencias (especialmente la neurociencia cognitiva, incluyendo la psicofisiología), que se informa de las teorías, los métodos y los resultados de las neurociencias, pero no se restringe a la neurociencia cognitiva, sino que cae dentro del vasto campo de la neuroeducación.

Gago-Galvagno L. y Elgier A. (2018) sustentan que se puede establecer el correlato neurobiológico de los comportamientos y las funciones cognitivas humanas desarrollando nuevas formas de comprender la mente para optimizar los procesos de enseñanza y aprendizaje, de lo que se ocuparía la neurociencia educacional o neuroeducación. Argumentan que la forma masificada del sistema educativo actual no se ajusta a los modos diversos de aprendizaje de las habilidades cognitivas.

Desde otra perspectiva, Brown T. y Daly A. (2016), en el editorial “Bienvenidos a la neurociencia educativa”, subrayan que en respuesta a los desafíos de la educación, la psicología, el desarrollo infantil, la neurociencia y la medicina —todos ellos relevantes a este nuevo campo del conocimiento— se necesitan diseños dinámicos basados en redes colaborativas que dejen a un lado los vestigios del mecanicismo industrial.

Investigar las conexiones entre las diferentes regiones del cerebro y las modificaciones que se producen a lo largo del proceso de desarrollo, constituye un objetivo del proceso educativo (Bravo L., 2018). La confirmación de estas modificaciones, mediante investigaciones de neuroimágenes durante el aprendizaje del lenguaje escrito y las matemáticas, demuestra que este aprendizaje está asociado al desarrollo cerebral y las variaciones bioquímicas y bioeléctricas del cerebro, lo que confirma que el aprendizaje escolar depende de un proceso neuropsicológico y cognitivo. Esto justifica el acercamiento entre las neurociencias, la psicología y la pedagogía, y permite el surgimiento de la neurociencia de la educación, aplicable a la psicopedagogía. Coincidiendo con Szűcs D. y Goswami U. (2007), el autor plantea que la originalidad de los aportes de las neurociencias a la psicopedagogía ha sido investigar los puntos de contactos y de interconexión entre la biología del sistema nervioso central; los estímulos culturales, verbales y emocionales; y las estrategias pedagógicas.

Im S. y otros (2018) proponen la ruta neurociencias-psicología cognitiva-psicología educativa-educación. Según los autores, la psicología educativa comparte con la educación el foco sobre la eficacia de diferentes intervenciones basadas en estudios que se realizan en el aula. A su vez, estos estudios comparten con la psicología cognitiva el foco sobre los mecanismos de memoria, aprendizaje y su transferencia con la metodología de control experimental.

En una dirección similar Tommerdahl J. (2010) propone un modelo formalizado de la ruta, desde la neurociencia hasta la práctica en el aula, mediante un diálogo recursivo entre diversas etapas: neurociencias-neurociencia cognitiva-mecanismos psicológicos-teoría educativa y aula. Para la autora, la distinción entre los mecanismos de la neurociencia cognitiva y los psicológicos son del mismo orden que los que existen entre cerebro y mente; la distinción es artificial debido al vocabulario diferente entre lo psicológico y lo biológico dada por la separación histórica de las nociones entre lo físico y lo psicológico.

#### *Múltiples niveles de análisis*

El proyecto Mente, Cerebro y Educación (MCE), de la Universidad de Harvard, comenzó como una propuesta disciplinaria transversal entre la neurociencia cognitiva y la psicología del desarrollo, pero se propuso integrar la educación por intermedio de la psicología educativa y la neurociencia educativa, para plantearse una matriz transdisciplinaria, donde colaboran diversas áreas académicas como la biología, la genética o la psicología, con el propósito de aportar al conocimiento pedagógico (Tokuhama-Espinosa T., 2011). Según la autora, MBE es la clave del cambio de paradigma en las técnicas de enseñanza

y el aprendizaje. En este sentido, uno de sus fundadores, Fischer K. (2009), destaca que un objetivo importante de este campo emergente es la creación de una base de investigación robusta para la práctica educativa, que aporte un conocimiento útil con el objetivo de hacer más efectivo el aprendizaje y la enseñanza.

Ansari D. y Coch D. (2006) consideran que la MBE debe caracterizarse por múltiples metodologías y niveles de análisis en diversos contextos, tanto en la enseñanza como en la investigación, y por personas quienes puedan traducir sin esfuerzo los resultados entre los niveles análisis. Sin embargo, critican la insuficiente discusión sobre cómo las interacciones entre mente, cerebro y educación trabajan en términos prácticos.

Otro modelo de interrelación cerebro/mente/comportamiento desarrollado por Morton y Frith, y citado por Howard-Jones (2008) es utilizado por los neurocientíficos cognitivos para combinar niveles ambientales, biológicos, cognitivos y conductuales de descripción. La cognición es la noción que se intercala entre el comportamiento (observable y medible) y los procesos biológicos (científicamente observados y registrados) con factores ambientales que influyen en los resultados en cada nivel.

De manera similar, el modelo de Donoghue G. y Horvath J. (2016) sostiene que el aprendizaje es en esencia un complejo fenómeno neurológico, mientras que la educación, un fenómeno sociocultural aún más complejo. Diseñaron un esquema de las diferentes dimensiones del aprendizaje que representan en capas o estratos a lo largo de un eje horizontal.

La primera capa es la materia, que se desarrolla en el espacio, por lo que la disciplina relevante es la física. La capa II es la célula, de cuyo estudio se ocupan la neurobiología y la neurociencia pura. La tercera son los órganos, en particular, el cerebro, atribuible a la neurociencia cognitiva y del comportamiento, que se interesa por grupos de neuronas y sus conexiones con otras neuronas y células para formar extensas redes. La capa IV es el organismo o individuo, por lo que la psicología cognitiva y del comportamiento son las disciplinas rectoras. Aquí están presentes los sistemas biológicos, psicológicos y emocionales completos de una persona como individuo. Y, por último, la V referida a las poblaciones, el nivel sociocultural y a las ciencias sociales de la educación. Según los autores, el esquema permite organizar el trabajo para determinar el alcance de las teorías y los hallazgos, y hacer que estos datos sean más significativos y relevantes a los educadores; implica el estrato en que fue realizada la investigación y en el que las conclusiones pueden ser diseñadas y extrapoladas.

Sobre el funcionamiento entre niveles, Willingham D. (2009) se mantiene escéptico, debido a la diferencia de niveles entre la psicología cognitiva (el componente individual de la mente) y los educadores que operan sobre un nivel diferente (la totalidad de la mente del niño). Por tanto, las interacciones entre

componentes de un nivel de análisis dificultan predecir lo que sucederá en el siguiente nivel de análisis.

*Estructura de los campos de investigación por especialidades*

Debido a la gran diversidad de criterios encontrados entre los autores en los diferentes campos de estudio revisados, es interesante el análisis bibliográfico de citas realizado por Bruer J. (2016) en las áreas de la neurociencia educacional, la investigación en educación, la psicología del aprendizaje y la neurociencia del aprendizaje. Este análisis permitió estructurar los campos de investigación por disciplinas y temas de investigación comunes entre las diez comunidades de investigación identificadas por el autor.

Dentro de las neurociencia educacional encontró una única comunidad, mientras que en la investigación en educación hay tres comunidades importantes: ciencias de la educación; cognición-motivación y teoría de la carga cognitiva. Dentro de la psicología del aprendizaje existen tres grandes comunidades: mecanismos sinápticos, motivación y memoria de trabajo, así como una pequeña comunidad sobre el cortex orbitofrontal y el aprendizaje. En la literatura en neurociencia del aprendizaje emergen dos comunidades, cuyas investigaciones se centran en los mecanismos sinápticos y en el condicionamiento de la recompensa. Para Bruer, el hallazgo más interesante del análisis combinado de los campos de estudio referidos es que la literatura de psicología y sus comunidades de investigación están conectadas con todas las comunidades identificadas, por lo que plantea que la psicología puede desempeñar un rol de integración para conectar la investigación en neurociencias con la neurociencia educacional y la investigación en educación.

**CONCLUSIONES**

La educación es una cuestión extremadamente compleja que abarca, prácticamente, la totalidad del proceso de formación de los seres humanos. Desde las diferentes perspectivas reflejadas en la presente revisión, se aboga por reconsiderar los modos tradicionales en que se ha estudiado la persona como sujeto educativo, para redefinir la educación y responder, de este modo, a los desafíos actuales que demanda la sociedad del siglo XXI.

Después de dos décadas de investigaciones en neurociencias, la comunidad educativa es consciente de la necesidad de comprender el cerebro, para ayudar a buscar nuevas vías que mejoren la investigación en educación, sus políticas y prácticas (OCDE, 2007). En esta dirección, la neurociencia educacional se ha afianzado como el área del saber que, con ayuda de la psicología y otras ramas vinculadas a la educación, puede encontrar nuevos cauces. No obstante, existe el consenso de que esta joven disciplina necesita establecer sólidas bases teóricas y filosóficas, modelos empíricos que permitan su investigación y determinar los estándares éticos que guíen su desarrollo.

En busca de temas comunes de investigación y aplicación que permitan encontrar áreas interdisciplinarias de investigación colaborativa, la autora

sugiere considerar las siguientes propuestas, donde se reconocen los aportes de las neurociencias. Así, por ejemplo:

1. Comprensión del momento óptimo para determinados tipos de aprendizaje, especialmente en adolescentes y adultos mayores a partir de los hallazgos de “Períodos críticos”.
2. Profundizar en el aprendizaje por imitación y el aprendizaje social, así como la influencia de factores socioculturales en la constante reconfiguración de las conexiones neurales bajo las nociones de “neuronas espejo” y “plasticidad neuronal”.
3. Comprensión de la interacción entre el incremento del conocimiento y el declive de la función ejecutiva y la memoria. Indagación sobre las redes de actividad neural y el rol de la función ejecutiva y la memoria para informar y modificar modelos cognitivos asimilados por las teorías del aprendizaje.
4. Desentrañar los mecanismos neuronales de las emociones, subrayando el impacto del estrés sobre el aprendizaje y la memoria y los factores que pueden lograr el autocontrol y el manejo emocional. En particular, la interacción del cerebro emocional del adolescente y los diferentes tipos de ambientes escolares.
5. Comprensión de las vías multidimensionales para lograr la competencia en el aprendizaje de la lectura (aprendizaje fonológico, dislexia, aprendizaje de oraciones completas mejor que palabras o letras).
6. Comprensión de un mapa diferenciado del aprendizaje de las matemáticas a nivel cerebral (discalculia, ansiedad de las matemáticas, entre otros).
7. Estudios que confirmen el efecto beneficioso de la nutrición y su impacto positivo sobre el cerebro y el aprendizaje, lo cual se aplica también al ejercicio físico, el sueño, la música y la expresión creativa.
8. Comprensión de la influencia de las condiciones de laboratorio en los hallazgos y la aplicación y transferencia de resultados en ambientes diferentes de donde fueron generados.

La interacción entre las neurociencias y la educación puede sustentarse en una relación análoga a la que existe entre la medicina y la biología; sostener un flujo continuo, bidireccional de información que respalde las prácticas educativas basadas en la evidencia y el conocimiento neurocientífico establecido. La neurociencia educativa puede ayudar a conducir la creación de una ciencia de aprendizaje más actual.

#### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Ansari D. y Coch D. (2006) Bridges over troubled waters: education and cognitive neuroscience. *Trends in Cognitive Sciences*, Vol. 10(4), pp. 146-151.  
<http://doi:10.1016/j.tics.2006.02.007>

- Ansari D., Coch D. y De Smedt B. (2011). Connecting Education and Cognitive Neuroscience: Where will the journey take us? *Educational Philosophy and Theory*, Vol. 43(1), pp. 37-42. <https://doi.org/10.1111/j.1469-5812.2010.00705.x>
- Ansari D., De Smedt B. y Grabner R. (2012). Neuroeducation—a critical overview of an emerging field. *Neuroethics*, 5(2), pp. 105-117. <https://doi.org/10.1007/s12152-011-9119-3>
- Barrios-Tao, H. (2016). Neurociencias, educación y entorno sociocultural. *Educación y Educadores*, 19(3), pp. 395-415. <http://dx.doi.org/10.5294/edu.2016.19.3.5>
- Battro A., Fischer K. y Léna P. (Comp). (2016). Cerebro Educado. Ensayos sobre la Neuroeducación. Editorial Gedisa. ISBN: 978-84-9784-971-5.
- Benarós S., Lipina S., Segretin M., Hermida M. y Colombo J. (2010). Neurociencia y educación: hacia la construcción de puentes interactivos. *Revista de Neurología*, 50(3), pp. 179-186. <https://doi.org/10.33588/rn.5003.2009191>
- Blakemore S. y Bunge S. (2012). Editorial: At the nexus of neuroscience and education. *Developmental Cognitive Neuroscience*, 2S, S1– S5, 1-5. <https://doi.org/10.1016/j.dcn.2012.01.001>
- Bravo L. (2018). El Paradigma de las Neurociencias de la Educación y el Aprendizaje del Lenguaje Escrito: Una Experiencia de 60 Años. *Psykhé* 27(1), pp. 1-11, <https://doi.org/10.7764/psykhe.27.1.1101>
- Brown T. y Daly A. (2016). Editorial: Welcome to Educational Neuroscience. *Educational Neuroscience Vol. 1*, pp. 1-2. <https://doi.org/10.1177/2377616116632069>
- Bruer J. (1997). Education and the brain: A bridge too far. *Educational Researcher*, 26(8), pp. 4-16. <https://doi.org/10.3102%2F0013189X026008004>
- Bruer J. (2016). Where Is Educational Neuroscience? *Educational Neuroscience Vol. 1*, pp. 1-12. <https://doi.org/10.1177%2F2377616115618036->
- Campbell S. (2011). Educational Neuroscience: Motivations, methodology, and implications. *Educational Philosophy and Theory*, Vol. 43(1). <https://doi.org/10.1111/j.1469-5812.2010.00701.x>
- Castorina J. (2016). La relación problemática entre Neurociencias y educación. Condiciones y análisis crítico. *Propuesta educativa* no.46, pp. 26-41. <https://www.redalyc.org/pdf/4030/403049783004.pdf>
- Clark J. (2013). Philosophy, Neuroscience and Education, *Educational Philosophy and Theory*. <https://doi.org/10.1080/00131857.2013.866532>
- Clement N. y Lovat T. (2012). Neuroscience and Education: Issues and Challenges for Curriculum. *Curriculum Inquiry*, 42(4), pp. 534-557. <https://doi.org/10.1111/j.1467-873X.2012.00602.x>
- De Jong, T., Van Gog T., Jenks K., Manlove S., Van Hell J., Jolles J., Jeroen J. Van Merriënboer G., Van Leeuwen T, Boschloo A. (ed.) (2008). Explorations in learning and the brain: On the potential of cognitive neuroscience for educational science. The Hague (NL): Netherlands Organisation for Scientific Research. <https://repository.ubn.ru.nl/handle/2066/77069>

De Smedt, B., Ansari, D., Grabner, R., Hannula-Sormunen, M., Schneider, M., y Verschaffel, L. (2011). Cognitive neuroscience meets mathematics education: It takes two to tango. *Educational Research Review*, 6, pp. 232-237. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2011.10.003>

De Vos J. (2015). Deneurologizing Education? From Psychologisation to Neurologisation and Back. *Stud Philos Educ* 34, pp. 279-295. <https://doi.org/10.1007/s11217-014-9440-5>

Donoghue G. y Horvath J. (2016). Translating neuroscience, psychology and education: An abstracted conceptual framework for the learning sciences. *Curriculum y Teaching Studies. Review Article*. <https://doi.org/10.1080/2331186X.2016.1267422>

Fischer, K. (2009). Mind, brain, and education: Building a scientific groundwork for learning and teaching. *Mind, Brain, and Education*, 3(1), pp. 3-16. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/pdf/10.1111/j.1751-228X.2008.01048.x>

Fuentes, A. y Collado, J. (2019). Fundamentos epistemológicos transdisciplinarios de educación y neurociencia. *Sophia: Colección de la Educación*, 26(1), pp. 83-113. <http://doi.org/10.17163/soph.n26.2019.02>.

Gago Galvagno, L. y Elgier, A. (2018). Trazando puentes entre las neurociencias y la educación. Aportes, límites y caminos futuros en el campo educativo. *Psicogente*, 21(40), pp. 476-494. <https://doi.org/10.17081/psico.21.40.3087>

Geake J. y Cooper P. (2003). Implications of cognitive neuroscience for education. *Westminster Studies in Education*, 26(10), pp. 7-20. <https://doi.org/10.1080/0140672030260102>

Goswani U. (2004). Neuroscience, education and special education. *British Journal of Special Education Vol. 31(4)*. <https://doi.org/10.1111/j.0952-3383.2004.00352.x>

Goswani U. (2006). Neuroscience and education: from research to practice? *Nature Reviews Neuroscience* 7, pp. 406-413 <https://doi.org/10.1038/nrn1907>

Grushka, K.; Donnelly, D. y Clement, N. (2014). Digital Culture and neuroscience: A conversation with learning and curriculum. *Digital Culture y Education*, 6(4), pp. 358-373. <http://www.digitalcultureandeducation.com/cms/wp-content/uploads/2014/12/grushka.pdf>

Howard-Jones P. (2008). Philosophical Challenges for Researchers at the Interface between Neuroscience and Education. *Journal of Philosophy of Education, Vol. 42, No. 3-4*. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9752.2008.00649.x>

Hruby G. y Goswani U. (2011). Neuroscience and Reading: A Review for Reading Education Researchers. *Reading Research Quarterly* 46(2), pp. 156-172. <https://doi.org/10.1598/RRQ.46.2.4>

Im S., Cho J., Dubinsky J. y Varma S. (2018) Taking an educational psychology course improves neuroscience literacy but does not reduce belief in neuromyths. *PLoS ONE* 13(2), pp. 192-163. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0192163>

Jörg T., Davis B., Nickmans G. (2007). Towards a new, complexity science of learning and education. *Educational Research Review*, 2, pp. 145-156. <http://doi.org/10.1016/j.edurev.2007.09.002>

Kuhl P., Lim S., Guerriero S. y Dirk van Damme. (2019). *Developing Minds in the Digital Age: Towards a Science of Learning for 21st Century Education*, Educational Research and Innovation, OECD Publishing, Paris. <https://doi.org/10.1787/562a8659-en>

The National Academies Press. (2000). *How People Learn: Brain, Mind, Experience, and School: Expanded Edition*. National Research Council. Washington, DC. <https://doi.org/10.17226/9853>.

Marshall L., Rivera J. y Magoun H. (2003). *The Institutional Base For Education And Research In Neuroscience*. National Research Council, Washington, D. C. 20418, Society for Neuroscience, Bethesda, Maryland. PII: 0014-4886(75)90274-5

Mason L. (2009). Bridging neuroscience and education: A two-way path is possible. *Cortex* 45, pp. 548 – 549. <http://doi:10.1016/j.cortex.2008.06.003>

Mecacci L. (2008). *La historia de las funciones cerebrales*. Vygostky traducido al español. <https://vygotski-traducido.blogspot.com/>

Ocampo, J. (2019). Sobre lo “neuro” en la neuroeducación: de la psicologización a la neurologización de la escuela. *Sophia: Colección de la Educación*, 26(1), pp. 141-169. <http://doi.org/10.17163/soph.n26.2019.04>

OCDE (2002). *Understanding the Brain: Towards a New Learning Science*. Paris.

OCDE (2007). *Understanding the brain. The Birth of a Learning Science*. Paris.

Samuels, B. (2009). Can the Differences Between Education and Neuroscience be Overcome by Mind, Brain, and Education? *Mind, Brain, and Education*, 3, pp. 45-55. <https://doi.org/10.1111/j.1751-228X.2008.01052.x>.

Schrag F. (2011). Does Neuroscience matter for Education? *Educational Theory*, Vol. 61 Number 2, pp. 221-237. <https://doi.org/10.1111/j.1741-5446.2011.00401.x>

Smeyers, P. (2016). Neurophilia: Guiding Educational Research and the Educational Field? *Journal of Philosophy of Education*, 50, pp. 62-75. <https://doi.org/10.1111/1467-9752.12173>

Spitzer M. (2012). Editorial. Education and neuroscience. *Trends in Neuroscience and Education* 1, pp. 1–2. <http://dx.doi.org/10.1016/j.tine.2012.09.002>

Szücs D. y Goswami U. (2007). Educational neuroscience: Defining a new discipline for the study of mental representations. *Mind, Brain, and Education*, 1(3), pp. 114-127. <https://doi.org/10.1111/j.1751-228X.2007.00012.x>

Terigi F. (2016). Sobre aprendizaje escolar y neurociencias. *Propuesta educativa*, no. 46, p. 50-64. <https://www.redalyc.org/pdf/10-01.2021/403049783006.pdf>

Tokuhamma-Espinosa T. (2011). *Mind, Brain, and Education Science: A Comprehensive Guide to the New Brain-Based Teaching*. Norton and Company, Inc. ISBN: 978-0-393-70681-9. <https://es.b-ok.lat/book/3318006/16b605>

Tommerdahl J. (2010). A Model For Bridging the Gap Between Neuroscience and Education. *Oxford Review of Education* 36(1). <https://doi.org/10.1080/03054980903518936>



Turner D. (2011). Promoting a Dialogue between Neuroscience and Education. *Educational Practice and Theory*. Vol. 33(2), pp. 23-42. <https://doi.org/10.7459/ept/33.2.03>

UNESCO (2013). Education for All Global Monitoring Report Teaching and Learning for Development. Paris.

Varma S., McCandliss B. y Schwartz D. (2008). Scientific and pragmatic challenges for bridging education and neuroscience. *Educational Researcher*, 37(3), pp. 140-152. <https://doi.org/10.3102/0013189X08317687>

Willingham, D. y Lloyd, J. (2007). When y How Educational Theories Can Use Neuroscientific Data. *Mind, Brain, and Education*, 1, pp. 140-149. <https://doi.org/10.1111/j.1751-228X.2007.00014.x>

Willingham D. (2009). Three problems in the marriage of neuroscience and education. *Cortex* 45, pp. 544–545. <https://doi.org/10.1016/j.cortex.2008.05.009>